Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Av. das Américas, 29501 – Guaratiba
Rio de Janeiro, RJ – Brasil - CEP: 23020-470
Fone: (21) 3622-9600 - Fax: (21) 3622-9713
Home Page: www.ctaa.embrapa.br
E mail: sac@ctaa.embrapa.br

Comitê Local de Publicações e Editoração
Virgínia Martins da Matta; Renata Torrezan; Renata Galhardo Borguini;
Marília Penteado Stephan; Daniela de Grandi Castro Freitas; Ilana Felberg;
André Luis do Nascimento Gomes; Luciana Sampaio de Araújo;
Michele Belas Coutinho

Equipe de Editoração
Revisão de texto e Normalização Bibliográfica
Gráfica e Editora Mafali

Revisão Técnica
Claire I. G. L. Sarantópoulos
André Luis Bonnet Alvarenga

Ficha Catalográfica
Luciana Sampaio de Araújo

Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica
Patricia Rejane Citrângulo

Fonte Financiadora: FINEP/Rede Brasil de Tecnologia

1ª edição
1ª impressão (2011): 1000 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria de Alimentos

Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem / coordenador, Sergio Agostinho Cenci. — Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011.
144 p. : il. color. ; 22 cm.

ISBN 978-85-62158-04-9

1. Processamento mínimo. 2. Fruta. 3. Hortaliça. 4. Embalagem. I. Cenci, Sérgio Agostinho. II. Embrapa Agroindústria de Alimentos.

CDD 664.8 (21. ed.)

Prefácio

Durante os últimos anos, as mudanças ocorridas na estrutura familiar e nos hábitos de consumo, especialmente na demanda por alimentos saudáveis, como os livres de gorduras trans, com baixo teor, ou restrição, de gorduras e açúcares (alimentos *light* e *diet*), livres de radicais livres, sódio e de conservantes químicos, têm impulsionado as empresas a buscarem novas soluções para o processamento de alimentos que resultem em um produto que atenda a estas características. A adoção da tecnologia de processamento mínimo de vegetais resulta em produtos com tais características, além de agregar valor à matéria-prima pela conveniência, segurança e manutenção da qualidade sensorial e nutricional nas frutas e hortaliças. Por estes motivos, os produtos minimamente processados vêm obtendo uma crescente participação no mercado de produtos frescos desde a sua introdução nos EUA há 30 anos e no mercado francês no início dos anos 80. No Brasil, a utilização desta forma de consumo começou no princípio da década de 90, e nos últimos anos tem apresentado uma evolução significativa no incremento de vendas, principalmente pela expansão dos serviços de comida rápida (restaurantes, hotéis e serviços de caterings) e a nível doméstico.

Em decorrência do baixo nível tecnológico adotado no processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil, no princípio da década de 90, que impactava na baixa qualidade dos produtos e impedia uma maior expansão e sustentabilidade do mercado de produtos minimamente processados, no ano de 1996 um grupo de pesquisadores de instituições brasileiras e de outros países latino americanos, liderado pela Embrapa Agroindústria de Alimentos, se reuniu para definir, em parceria, as estratégias e os projetos de pesquisa para atender à demanda do setor por soluções tecnológicas na agregação de valor às matérias-primas e no atendimento das expectativas do consumidor por melhor qualidade. Como resultado dessa reunião, foram executados pelos pesquisadores das instituições parceiras do Brasil (Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Agroindústria Tropical, Embrapa Hortaliças, Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Tecnologia de Alimentos/ITAL, Universidade de Campinas/UNICAMP) dois projetos de pesquisa, um com hortaliças e outro com frutas. Este foi o marco inicial da pesquisa de frutas e hortaliças minimamente processadas no Brasil, que envolveu uma gama dos mais renomados pesquisadores do país na área, inclusive com a participação de parceiros privados, ou seja, produtores, processadores e a indústria de equipamento e de insumos. Os resultados das pesquisas foram importantes e constituíram a base para o desenvolvimento da tecnologia de processamento mínimo no Brasil, que culminou com a implementação de outros projetos mais voltados à inovação tecnológica nas indústrias processadoras de frutas e hortaliças, principalmente as estabelecidas na região sudeste do Brasil.

Atualmente, o projeto “Tecnologia de processamento mínimo para frutas e hortaliças”, financiado pela FINEP no âmbito da Rede Brasil de Tecnologia, chega ao fim. Este projeto teve como objetivo completar o desenvolvimento e validar tecnologia em sistemas de embalagem para a solução de problemas no processamento mínimo de frutas e hortaliças em benefício do agronegócio brasileiro. Os impactos dos resultados deste projeto foram e estão sendo experimentados por todos os agentes da cadeia produtiva do processamento mínimo de frutas e hortaliças, com benefícios principalmente aos consumidores. Conseguiu-se fazer inovação tecnológica nas indústrias processadoras parceiras e, como principal resultado, ampliar a vida útil e a oferta de produtos minimamente processados mais seguros e reduzir as perdas para níveis próximos a zero.

Como produto deste projeto, estamos apresentando, através desta publicação, informações sobre a tecnologia de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Esta obra não tem como objetivo a pretensão de tratar o tema de forma teórica e com profundidade. Nosso objetivo é contribuir para o desenvolvimento tecnológico do setor produtivo, disponibilizando um guia prático para os produtores de frutas e hortaliças minimamente processadas.

O livro compreende sete capítulos. Os capítulos 1 e 2 tratam dos aspectos e das etapas do processamento mínimo de frutas e hortaliças, respectivamente. Os fundamentos da Qualidade e da Segurança de vegetais minimamente processados estão descritos no capítulo 3. Os capítulos 4, 5 e 6 versam sobre sistemas de embalagem, ou seja, especificação de embalagem, equipamentos de acondicionamento e garantia de qualidade em embalagens, respectivamente. Por último, o capítulo 7 apresenta uma proposta de Sistema de Gestão da Qualidade e Segurança para vegetais minimamente processados.

De uma forma sucinta, o texto foi elaborado em linguagem clara e direta, dentro do possível, principalmente para o público alvo. Esperamos atender mais esta demanda por informações, que na maioria das vezes não estão disponíveis a este segmento da cadeia produtiva de frutas e hortaliças minimamente processadas.

Sergio Agostinho Cenci
Editor Técnico

Autores

ANDRÉ LUIS BONNET ALVARENGA, Engenheiro Químico pela UERJ, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFViçosa e doutorando em Engenharia de Produção pela UFSCar (conclusão em 2011). Possui especialização em Controle Microbiano dos Alimentos (JICA/Japão) e em *Food Safety Leadership* (Universidade de Georgetown/EUA). Atualmente é pesquisador da Embrapa e coordenador do curso de MBA em Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos (RJ, ES e RS). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em segurança de alimentos, atuando principalmente em temas relacionados à gestão da qualidade e segurança na agroindústria de alimentos.

CLAIRE I. G. L. SARANTÓPOULOS, Engenheira de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP/ SP/ Brasil. Participou de treinamentos em Institutos públicos e Centros Tecnológicos privados da Alemanha, Inglaterra, Canadá e dos EUA. Pesquisadora científica do Centro de Tecnologia de Embalagem - CETEA do ITAL. Especialista em embalagens plásticas, com ênfase em propriedades de barreira de embalagens e técnicas de conservação a vácuo e com atmosfera modificada de alimentos e bebidas sensíveis à oxidação. Publicou 8 livros técnicos, 26 capítulos de livros e 50 artigos em periódicos indexados nacionais e internacionais. Editora Científica Associada do *Brazilian Journal of Food Technology*. Auditora de sistemas de qualidade baseados nas normas ISO 9001 e ISO 17025. Professora do Curso de Pós-graduação em Engenharia de Embalagem do Instituto Mauá de Tecnologia - IMT. Coordenadora de cursos de especialização, treinamentos *in company*, workshops e seminários na área de embalagens plásticas.

JOSÉ CARLOS DE TOLEDO, Engenheiro de Produção pela USP, mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ e doutor em Engenharia de Produção pela USP. Possui especialização em TQM pela AOTS/JUSE no Japão. Atualmente é professor titular do Departamento de Engenharia de Produção e do PPGEP/UFSCar. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gestão da Qualidade e Gestão do Desenvolvimento de Produto, atuando principalmente nos temas: sistemas de gestão da qualidade, gestão do processo de desenvolvimento de produto, controle e melhoria de processos, gestão da qualidade na agroindústria, sistemas de gestão da qualidade para unidades de produção rural e ferramentas para melhoria contínua da qualidade.

LÉA MARIZA DE OLIVEIRA, Mestre em Tecnologia de Alimentos em 1995 e Engenheira de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Pesquisadora do CETEA/ITAL desde 1983. Especialista em desempenho mecânico de embalagens, caracterização e identificação de materiais plásticos, sistema de fechamento e embalagens plásticas para bebidas carbonatadas. Participação em Comissões de Estudo da ABNT. Professora do Curso de Pós-graduação em Engenharia de Embalagem do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT. Publicou 15 livros técnicos e capítulos de livros e mais de 50 artigos em periódicos nacionais e internacionais.

SERGIO AGOSTINHO CENCI, Engenheiro Agrônomo, mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas/RS e doutor em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras/MG. Atualmente é pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa Agroindustrial de Alimentos, da EMBRAPA, Rio de Janeiro - RJ. Especialista em tecnologia pós-colheita de frutas e hortaliças, tem atuado na pesquisa e na inovação tecnológica, com ênfase no processamento mínimo de frutas e hortaliças. Elaborou e implementou vários projetos de viabilidade técnica em indústrias de processamento de vegetais, bem como atuou no treinamento e capacitação de produtores, processadores e agentes técnicos multiplicadores. Liderou mais de 15 projetos de PD&I em âmbito nacional e internacional, com destaque para a liderança de projetos sobre o desenvolvimento da tecnologia de processamento mínimo de frutas e hortaliças.

Conteúdo

Capítulo 1

PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Sergio Agostinho Cenci

1.1 Definição dos produtos minimamente processados e princípios do "processamento mínimo"

É importante conceituarmos a tecnologia de processamento mínimo e o produto minimamente processado para que o consumidor saiba diferenciá-lo frente a outros disponíveis no mercado.

Muitos termos são utilizados para definir as frutas e as hortaliças que são higienizadas e preparadas da maneira mais próxima possível do "*in natura*". São eles: levemente processados, pré-preparados, pré-cortados, parcialmente processados ou minimamente processados. O termo minimamente processado vem ganhando o consenso, já que pode melhor definir as características desses produtos. Existe entendimento no que se refere às características desses produtos, ou seja, todos apresentam tecidos vivos, os quais não exibem as mesmas respostas fisiológicas que as frutas e hortaliças intactas. De acordo com a International Fresh Cut Producers Association (IFPA), produtos minimamente processados são frutas ou hortaliças modificadas fisicamente, mas que mantém o seu estado fresco. Portanto, o produto minimamente processado é qualquer fruta ou hortaliça, ou combinação destas, que tenha sido fisiologicamente alterado, mas permanece no estado fresco.

O processamento mínimo torna os produtos hortícolas mais perecíveis devido às operações de descascamento e corte. Nos vegetais inteiros, como é o caso das folhas inteiras, o sistema enzimático está, geralmente, intacto e ativo. Neste caso, o produto deteriora-se devido ao processo de senescência natural à medida que as reservas de energia vão sendo consumidas e os produtos metabólicos vão sendo acumulados nos tecidos. Em conseqüência disso, os tecidos amolecem e compostos de baixo peso molecular acumulam-se, causando odores e sabores desagradáveis.

Quando os produtos hortícolas são cortados, descascados, fatiados ou ralados, sua taxa metabólica aumenta. Isso decorre, provavelmente, da maior atividade metabólica das células injuriadas e do aumento da superfície exposta à atmosfera após o corte, o que facilita a penetração do oxigênio no interior das células. A atividade respiratória também aumenta com a temperatura e é função da espécie de vegetal (Tabela 1.1), do seu grau de maturação, das suas condições fisiológicas e da composição gasosa da atmosfera ao seu redor.

Basicamente são dois os problemas a serem enfrentados quando se tem como objetivo manter o frescor das frutas e hortaliças. O primeiro problema: trata-se de tecidos vivos, nos quais inúmeras reações químicas e bioquímicas estão ocorrendo. Algumas reações, se não controladas, podem levar rapidamente à senescência do vegetal e a conseqüente perda de frescor. O segundo: deve-se minimizar ao máximo o risco de contaminação microbiológica, uma vez que isto compromete a segurança do alimento, bem como a qualidade final do produto, já que o crescimento microbiológico pode levar a sérias alterações como o aparecimento de odores e sabores indesejáveis e/ou à alteração da cor e/ou textura do vegetal.

Podemos destacar como principais fatores determinantes da qualidade e vida útil dos produtos minimamente processados o escurecimento enzimático, a deterioração microbiana, a descoloração de superfície, a senescência causada pelo etileno e respiração do produto e a perda de valor nutricional. O escurecimento enzimático é crítico, dependendo do produto. Em alface, batata, maçã e abacaxi, por exemplo, mesmo a baixas temperaturas e curto espaço de tempo, ocorre este processo. Por isso, a pesquisa busca nestes casos o melhoramento genético, no sentido de obter produtos mais adaptados ao processamento mínimo, ou seja, variedades que apresentam uma menor oxidação e, por conseqüência, menor escurecimento enzimático na superfície de corte do produto. Outros atributos de qualidade relacionados à adaptabilidade da matéria-prima ao processamento mínimo são desejáveis e perseguidos, como produtos com maior firmeza de polpa, maior conteúdo em carotenóides, sólidos solúveis totais, etc.

A deterioração microbiana representa riscos aos consumidores, sendo proveniente principalmente de práticas de cultivo inadequadas e de contaminações cruzadas. A descoloração da superfície é comum em alguns produtos como cenoura, beterraba e ocorre, principalmente, por problemas no corte (facas mal afiadas), na centrifugação (em excesso) e pela desidratação do

produto. A senescência ocorre principalmente em folhosas, produtos que respiram muito e sensíveis ao etileno. Portanto, deve-se ter o cuidado para evitar o armazenamento de produtos incompatíveis quanto à liberação de gases, odores e temperaturas no ambiente de armazenamento.

Tabela 1.1- Classificação dos produtos hortícolas (*in natura*) de acordo com sua taxa respiratória

Classe	Taxa respiratória a 5ºC (mg CO2.kg-1.h-1)	Produtos
Muito baixa	< 5	Nozes, tâmara
Baixa	5-10	aipo, alho, ananás, batata, cebola, cítricos, kiwi, maçã, melancia, papaia, uvas
Moderada	10-20	abobrinha, alface, alperce, azeitona, banana, cenoura , cereja, figo, manga, meloa, mirtilo, nectarina, pepino, pêra, pêssego, rabanete, repolho, tomate
Alta	20-40	alho-francês, cenoura com folhas, couve-flor, folhas alface, framboesa, groselha, rabanete com folhas
Muito alta	40-60	alcachofra, brócolos, couve-Bruxelas, couve, endivia, flores de corte, rebentos soja, cebolinho
Extremamente alta	>60	cogumelos, ervilhas, espargos, espinafres, milho doce, salsa

Fonte: Kader, 1992

1.2 Requisitos da tecnologia de processamento mínimo

A baixa qualidade microbiológica e sensorial (problemas de aparência, sabor e aroma), bem como a presença de insetos e a curta vida útil das frutas e hortaliças minimamente processadas têm sido os principais problemas enfrentados pelos processadores, dificultando a expansão da comercialização dos produtos, trazendo prejuízos ao processador e gerando desconfiança e insatisfação do consumidor.

As preocupações relacionadas às frutas e hortaliças minimamente processadas estão voltadas à garantia da vida útil, à necessidade de um controle rígido de temperatura e de embalagem, à higiene e sanitização eficientes dos produtos, bem como à manutenção da qualidade do produto em relação ao sabor, ao aroma e ao valor nutricional. Portanto, a tecnologia requer o processamento

mínimo e métodos de conservação, como temperaturas de refrigeração e embalagens com atmosfera modificada, isto é, refrigeração e embalagens adequadas.

Portanto, os gargalos ou problemas tecnológicos na indústria de processamento mínimo são decorrentes de alguns fatores como baixa qualidade da matéria-prima, controle deficiente da temperatura em todas as etapas do processo, do não uso da tecnologia de atmosfera gasosa modificada nas embalagens e da não implementação de ferramentas de qualidade, tais como as Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação.

Estes fatores, isolados ou associados, ditam o ritmo de deterioração do produto durante o processamento, armazenamento e a sua comercialização. Desta forma, as empresas de processamento mínimo devem realizar o gerenciamento da cadeia produtiva, enfatizando entregas mais rápidas, maior gerenciamento da cadeia de frio e tecnologias de embalagens melhoradas, tendo todos estes pontos baseados em uma melhor demanda de informação e qualidade do produto final. As grandes redes de comercialização, forçadas pelas exigências do consumidor, têm cobrado cada vez mais de seus fornecedores a implementação de processos para a melhoria de qualidade, constituindo-se assim um fator decisivo na seleção destes fornecedores.

1.2.1 Qualidade da matéria-prima

A baixa qualidade (altos níveis de contaminações microbiológicas, presença de insetos, de defeitos e de deteriorações quanto ao frescor, cor e podridões, desuniformidade quanto ao tamanho e a cor) e adaptabilidade da matéria-prima ao processamento mínimo são, sem dúvida, problemas que impedem uma expansão maior do mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas. Além de causar impacto negativo na imagem deste tipo de produto junto ao consumidor, reduz bruscamente a produtividade das linhas industriais, com gastos elevados com a mão-de-obra, aumentando o custo de produção, ao impedir uma maior automatização/mecanização nas linhas de produção.

Além da seleção de regiões produtoras com melhores condições de clima e que adotem as Boas Práticas Agrícolas, a adoção do sistema de cultivo protegido são práticas altamente recomendáveis para a produção de matéria-prima de boa qualidade. Tendo em vista que o processo de sanitização apresenta limitações na redução da carga microbiana, principalmente em produtos com alto nível de

contaminações microbiológicas, este é mais um motivo para que os processadores selecionem matérias-primas com baixo nível de contaminação microbiana, especialmente por psicotróficos, que são microrganismos que se desenvolvem em temperaturas de refrigeração. Juntamente com as contaminações cruzadas em todo processo produtivo, a água de irrigação e os adubos orgânicos (esterco não curtido) representam as principais fontes de contaminações microbiológicas.

1.2.2 Controle de temperatura

A taxa de respiração dos tecidos vegetais aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura. Deficiências no controle de temperatura nas diferentes etapas como recepção, estocagem, processamento, armazenamento, transporte, distribuição e comercialização do produto têm repercutido negativamente na segurança, qualidade e vida útil das frutas e hortaliças minimamente processadas.

Como a perda de qualidade destes produtos é primeiramente uma função da respiração, que desencadeia um conjunto de mudanças fisiológicas que podem ser acompanhadas por perda de sabor e aroma, por descoloração da superfície de corte, por perda de cor, por podridão, pelo aumento da taxa de perda de vitaminas, rápido amolecimento e redução na vida útil dos produtos, o controle da temperatura nos níveis recomendados na cadeia do processamento é essencial para manter a qualidade das frutas e hortaliças minimamente processadas. Portanto, a qualidade das frutas e hortaliças minimamente processadas depende também do controle da temperatura em cada etapa de seu processamento, e a refrigeração, quando associada ao processo de sanitização, é um fator básico e crucial na disponibilização de produtos seguros e de qualidade ao consumidor.

Em geral, frutas e hortaliças minimamente processadas podem ser armazenadas a uma temperatura próxima de 0°C, inclusive produtos que sofrem injúrias pelo frio (*chilling*). Os vegetais minimamente processados têm sua "vida útil" aumentada substancialmente quando armazenados de 0°C a 5°C, e para o caso de frutas e hortaliças minimamente processadas embaladas sob atmosfera modificada, é recomendado que a temperatura seja mantida em níveis abaixo de 7ºC durante toda a cadeia de frio.

A variação de temperatura ultrapassando a faixa recomendada durante o armazenamento, distribuição e a comercialização é um problema grave nas

frutas e hortaliças minimamente processadas. Isto ocorre porque com o aumento abusivo da temperatura, a taxa de respiração dos vegetais aumenta mais que a taxa de permeabilidade a gases dos materiais da embalagem, desfazendo a atmosfera que foi otimizada para a conservação do produto. Nos casos mais críticos onde todo o oxigênio é consumido, ocorre anaerobiose (ausência de oxigênio), o que possibilita o processo de fermentação e o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, representando um risco à saúde do consumidor.

Sabe-se que no supermercado, a temperatura das gôndolas varia muito, podendo oscilar de 5°C a 12°C, dependendo da eficácia dos equipamentos e do manuseio dos produtos nas gôndolas. Como forma de compensar a exposição dos produtos embalados sob atmosfera modificada a temperaturas abusivas (acima de 7°C) durante o transporte, distribuição e principalmente durante a comercialização, o uso de perfurações ou microperfurações nos filmes poderia ser sugerido para evitar condição de anaerobiose nas atmosferas das embalagens, no entanto, o risco de recontaminação dos produtos aumenta.

1.2.3 Atmosfera gasosa modificada na embalagem em frutas e hortaliças minimamente processadas

A tecnologia de embalagem sob atmosfera modificada é amplamente utilizada em frutas e hortaliças minimamente processadas. O desconhecimento e o não emprego desta tecnologia têm resultado em produtos de baixa qualidade e vida útil curta, causando sérios prejuízos aos processadores, ameaçando a sustentabilidade dos empreendimentos agroindustriais.

Com a necessidade de aumentar a vida útil e manter a segurança e a qualidade dos produtos, devido ao aumento do intervalo entre a produção e o consumo, que pode ser de 7 a 10 dias, a embalagem sob atmosfera modificada otimizada (1-5% O_2 e 5-10% CO_2, com balanço de N_2) ganha importância ao reduzir as deteriorações fisiológicas e microbiológicas pela proliferação de microorganismos aeróbicos.

Os efeitos na taxa de respiração dos vegetais também dependem da composição de O_2 e CO_2 na atmosfera. Quando o tecido vegetal é armazenado em conteúdo de CO_2 muito elevado, a taxa de respiração diminui e os tecidos vegetais climatéricos tornam-se menos sensíveis ao etileno. O dióxido de carbono (CO_2) também pode inibir o crescimento de numerosos microrganismos. No entanto, como o CO_2 tem alguns efeitos citotóxicos, seu

conteúdo em atmosferas de armazenamento deve ser controlado e não deve ser acima do limite crítico. A taxa de respiração dos tecidos vegetais também pode ser reduzida quando a concentração de O_2 no interior da embalagem é reduzida, mas a anóxia, ou seja, a ausência de oxigênio pode ser muito danosa aos produtos frescos.

A diminuição da concentração de O_2 e a elevação do CO_2 exercem efeitos independentes e, em muitos casos, sinérgicos sobre a respiração e sobre outros processos metabólicos. A velocidade de respiração reduz-se com baixos teores de O_2 e altas concentrações de CO_2. Baixos teores de O_2 reduzem a produção de etileno nos tecidos vegetais e altos teores de CO_2 inibem tanto a síntese quanto a ação do etileno (acelerador de maturação e causador de injúrias fisiológicas) bem como a injúria pelo frio e o ataque de patógenos ao produto. Contudo, concentrações muito baixas de O_2 ou muito altas de CO_2, ou ainda uma relação CO_2/O_2 muito alta, podem levar à respiração anaeróbia e a desordens fisiológicas, a exemplo de: amadurecimento irregular, desenvolvimento de sabor/odor indesejáveis e aumento da susceptibilidade à deterioração.

O desenvolvimento de sabor/odor estranhos ocorre em consequência da respiração anaeróbia, que leva a um acúmulo de etanol, acetaldeído e certos ácidos orgânicos. Geralmente isso ocorre em teores de O_2 abaixo de 2% e teores de CO_2 acima de 20%. Nas embalagens de frutas e hortaliças a anaerobiose é indesejável, pois além de estar associada às injúrias fisiológicas, cria um risco de crescimento de microrganismos patogênicos anaeróbios, como o *Clostridium botulinum*. Por isso, em geral, recomenda-se um teor mínimo de 2 a 3% de O_2 durante toda a estocagem, para que não se crie condições que representem um risco de saúde pública.

Portanto, a embalagem sob atmosfera modificada otimizada pode gerar uma condição favorável para estender a vida útil, mantendo a qualidade nutricional, microbiológica e sensorial das frutas e hortaliças minimamente processadas.

1.2.3.1 Níveis ótimos de gases

As atmosferas (concentração de O_2 e CO_2) ótimas para armazenamento de frutas e hortaliças minimamente processadas são definidas com testes em várias condições de atmosfera controlada. As amostras são colocadas em cabines herméticas nas quais atmosferas iniciais são criadas com um sistema que

permite a injeção de gases. As atmosferas nas cabines são analisadas regularmente e ajustadas para valores pré-estabelecidos.

Em geral, atmosferas com 3 a 8% de O_2 e 3 a 10% de CO_2 têm potencial para aumentar a vida útil dos produtos minimamente processados e viabilizar sua comercialização, sendo que há uma composição gasosa específica, que irá maximizar a vida útil para cada fruta ou hortaliça, mas há grande variabilidade entre os vegetais e entre as variedades do mesmo vegetal, tanto é que existem produtos que toleram níveis de O_2 próximos de 1%, como é o caso da alface minimamente processada, conforme Tabela 1.2. De qualquer forma, a atmosfera escolhida e o sistema de embalagem final devem ser testados, pois algumas concentrações de O_2 e CO_2 podem acelerar o processo de deterioração, ao invés de conservar os vegetais.

As frutas e hortaliças minimamente processadas podem tolerar níveis mais extremos de O_2 e CO_2 em relação aos mesmos produtos no seu estado *"in natura"*, pois não apresentam casca para restringir a difusão dos gases e a distância do centro do produto para o lado de fora é menor que no produto inteiro, facilitando a difusão dos gases. A alface, por exemplo, não tolera concentrações elevadas de CO_2, mas quando minimamente processada pode tolerar concentrações de até 10-15% de CO_2.

O objetivo da tecnologia de embalagem com atmosfera modificada é fazer com que a atmosfera em seu interior atinja um equilíbrio com concentrações ótimas de O_2 e CO_2, para aumentar a vida útil da fruta ou hortaliça. O equilíbrio desta composição otimizada deve ser mantido pela compatibilidade entre a taxa de respiração do produto, que consome O_2 e produz CO_2, e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem, que regula a entrada de O_2 e a saída do CO_2 pelo material da embalagem.

O efeito da atmosfera modificada na qualidade das hortaliças minimamente processadas tem sido amplamente estudado e a tecnologia aplicada. Em relação às frutas minimamente processadas, pelo estágio atual dos estudos e pelas características fisiologias do produto, ainda representam um desafio tecnológico a ser superado no Brasil. De qualquer forma, observa-se aumento da vida útil em manga, kiwi, maçã, melão, abacaxi e saladas mistas de frutas quando embaladas em embalagens PET com tampas com boa vedação, devido a redução de O_2 e elevação de CO_2 na atmosfera. Atmosfera modificada de 6% de O_2 e 14% de CO_2 neste sistema de embalagem estendeu a vida útil de abacaxi de seis para treze dias. Os resultados sugerem que a vida útil de frutas

minimamente processadas pode ser aumentada usando tais embalagens semi-rígidas.

Tabela 1.2 - Recomendação de níveis de O_2 e CO_2 para diversos produtos minimamente processados armazenados a 0-5°C

Produto	O_2 (%)	CO_2 (%)	Eficácia
Beterraba ralada, em cubos ou descascada	5	5	Moderada
Floretes de brócolis	2-3	6-7	Boa
Repolho picado	5-7,5	15	Boa
Cenoura ralada, em palitos ou fatiada	2-5	15-20	Boa
Alface Americana, Romana picadas	0,5-3,0	5-10	Boa
Cebola fatiada ou em cubos	2-5	10-15	Boa
Abóbora em cubos	2	15	Moderada
Batata fatiada ou inteira descascada	1-3	6-9	Boa
Tomate fatiado	3	3	Moderada
Maçã fatiada	<1	4-12	Moderada
Melão Cantaloupe em cubos	3-5	6-15	Boa
Melão Honeydew em cubos	2	10	Boa
Kiwi fatiado	2-4	5-10	Boa
Manga em cubos	2-4	10	Boa
Laranja fatiada	14-21	7-10	Moderada
Morango fatiado	1-2	5-10	Boa
Melancia em cubos	3-5	10	Boa

Fonte: Gorny (2003).

As recomendações de níveis de O_2 e de CO_2 na Tabela 1.2, para utilização em embalagens com atmosfera modificada de algumas frutas e hortaliças minimamente processadas, devem ser utilizadas como ponto inicial para investigações e ajustes do sistema de embalagem nas unidades de processamento, pois a atmosfera ótima varia com a cultivar, região de crescimento e tempo de armazenamento antes do processamento, dentre outros fatores.

Capítulo 2

ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Sergio Agostinho Cenci

As operações de processamento não devem ser vistas como uma maneira de se utilizar produtos de qualidade inferior, muito maduros ou com defeitos, os quais não podem ser comercializados na sua forma *"in natura"*. Somente matéria-prima de excelente qualidade deve ser utilizada, com o objetivo de assegurar a qualidade do produto final. Boa qualidade e uniformidade da matéria-prima facilitam as etapas do processamento, aumentando a produtividade, a qualidade e a vida útil do produto minimamente processado.

As operações envolvidas na produção de frutas e hortaliças minimamente processadas visam garantir segurança, qualidade e redução de perdas dos produtos. Deve-se lançar mão de práticas para proteger os produtos de danos físicos e mecânicos, de contaminações físicas, microbiológicas e por insetos, decorrentes, muitas vezes, do manuseio impróprio da matéria-prima e da falta de higiene dos manipuladores, principalmente durante os processos de lavagem, de centrifugação e de embalagem. A sequência das etapas nas linhas de produção de hortaliças e frutas minimamente processadas é similar, embora ambas requeiram etapas específicas e diferenciadas. As etapas principais da cadeia de processamento que afetam a qualidade dos produtos, como lavagem, corte, sanitização e embalagem são comuns em ambas as linhas de processo.

Na figura 2.1 é apresentado o fluxograma geral da cadeia produtiva, na qual se inserem as operações de uma unidade industrial de processamento mínimo de frutas e hortaliças e a temperatura máxima recomendada em cada etapa de processo, bem como a descrição das principais operações. Dependendo da especificidade do produto, o fluxograma e as descrições das etapas do processamento podem apresentar variações e maior nível de detalhamento.

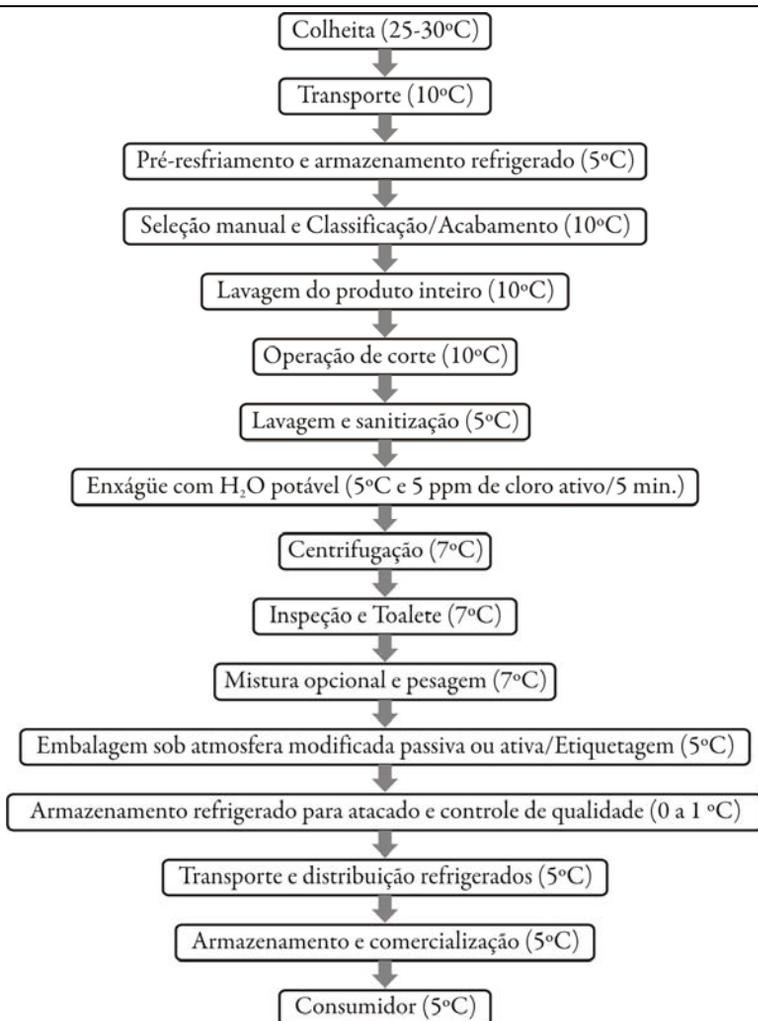



Figura 2.1- Fluxograma geral demonstrando a cadeia produtiva na qual se insere as operações de uma unidade industrial de processamento mínimo de frutas e hortaliças e a temperatura máxima recomendada em cada etapa de processo

2.1 Pré-resfriamento e armazenamento refrigerado

A colheita deve ser realizada nos períodos mais frescos do dia, evitando a exposição da fruta ou hortaliça às temperaturas elevadas. Normalmente, os produtos são colhidos e pré-resfriados o mais rápido possível à temperatura de 5ºC. Os produtos aptos ao processamento devem ser conduzidos para o seu processamento imediato. Caso não seja possível, devem ser armazenados em

câmaras frias a 5°C e umidade relativa elevada (aproximadamente 90%), principalmente se tratando de folhosas. Quanto menor o tempo entre a colheita e o pré-resfriamento e processamento, melhor será a qualidade do produto minimamente processado. Excepcionalmente, os vegetais podem ser processados imediatamente após a colheita sem sofrer a etapa do pré-resfriamento, desde que colhidos com baixo calor de campo e processados obedecendo à temperatura recomendada nas demais etapas de processo do fluxograma acima.

Na recepção, deve-se fazer a inspeção de qualidade para a seleção e classificação da matéria-prima, bem como a pesagem do produto, prática necessária para o cálculo de rendimento de produto minimamente processado e remuneração de seu fornecedor. Produtos com características indesejáveis não devem ser utilizados para o processamento.

2.2 Lavagem do produto inteiro

Nesta etapa, antes do processamento, deve-se proceder a uma nova inspeção visual, descartando-se vegetais (frutos ou hortaliças) inadequados ao processamento, visando à padronização do produto final. Parâmetros como tamanho, cor, textura, ausência de injúrias e defeitos, e tecidos atacados por pragas (insetos e doenças) devem ser observados. Principalmente em folhosas, é necessária a realização de toalete com facas em aço inoxidável, ou seja, a eliminação das folhas externas velhas, com presença de sujidade em excesso, podridões, má formação, com danos fisiológicos ou mecânicos. Em se tratando de raízes, tubérculos e bulbos, deve-se adotar estes mesmos procedimentos, eliminando-se raízes secundárias, partes deformadas, danificadas ou com incidência de podridões.

Dependendo do nível de sujidades, recomenda-se realizar uma pré lavagem. Esta etapa tem como objetivo eliminar o excesso de sujidades na superfície do produto com o uso de água de boa qualidade, podendo-se usar detergente neutro apropriado para a pré lavagem de vegetais. Caso a matéria-prima não apresente sujidades (excesso de terra do campo), recomenda-se submetê-la diretamente à operação de lavagem, que pode ser manual ou mecânica (em máquina lavadora). Caso a matéria-prima apresente elevada contaminação microbiana, o que não é aconselhável, preferindo-se matéria-prima de boa qualidade, pode-se adicionar cloro na água de lavagem (100ppm a 200ppm de cloro livre). Este tratamento auxilia na redução da carga microbiana. É aconselhável reduzir a temperatura da água de lavagem para não aquecer

(ganho de calor) produtos resfriados ou visando resfriar produtos recém colhidos.

2.3 Corte

Esta é uma etapa crítica na linha de processo, necessitando de rigoroso controle de higiene no ambiente, bem como limpeza, desinfecção e o uso de equipamentos bem afiados. Danos físicos, stress fisiológico e aumento no crescimento microbiano podem ser causados pelo descascamento e corte defeituosos nos produtos. As injúrias mecânicas normalmente causam aumento da respiração e produção de etileno nos produtos resultando em oxidações enzimáticas e, por consequência, no escurecimento na superfície dos tecidos na região do corte, reduzindo a qualidade e a vida útil do produto minimamente processado.

Se tratando de bulbos, raízes e tubérculos, faz-se necessário proceder ao descascamento, previamente ao corte, que pode ser manual ou através de equipamentos industriais. Apesar dos equipamentos industriais representarem ganho de produtividade, normalmente causam maior nível de injúria no produto em relação ao descascamento manual. Faz-se necessário, após o descascamento mecânico, realizar acabamento manual nos produtos que não sofreram a retirada completa da casca. Logo após esta operação, recomenda-se mergulhar o produto descascado em tanques com água fria, para evitar o processo de oxidação, antes da realização do corte, que pode ser em vários formatos (rodelas, palito, cubo, entre outros). No caso de folhosas, o corte pode ser no formato de tiras, ou em folhas inteiras. Quanto menor a espessura de corte do produto, maior será seu estresse fisiológico e taxa respiratória do produto, estimulando os processos de deterioração do vegetal. Neste caso, deve-se ter maiores cuidados no sentido da adoção de medidas preventivas para o controle destes processos, como cadeia de frio.

2.4 Lavagem e sanitização

A lavagem e sanitização dos produtos após o corte é a primeira etapa a ser realizada em área limpa na linha de processo. Esta etapa visa reduzir a população microbiana no produto, mas muitas vezes é insuficiente para assegurar a segurança microbiológica ao mesmo. A sanitização envolve a imersão do produto em água gelada a 5 °C, contendo entre 50 ppm a 150 ppm de cloro ativo por 10 minutos, mantendo o pH da solução entre 6,5 a 7,5 com ácido cítrico ou solução de ácido muriático (ácido clorídrico diluído), até

atingir a faixa desejável, para otimizar o efeito do cloro. Entretanto, a United States Food and Drug Administration (USFDA) recomenda de 50 ppm a 200 ppm de cloro total e contato de 1-2 minutos e a International Fresh-Cut Produce Association no modelo de plano HACCP para alface picada, sugere o máximo de 100-150 ppm de cloro total em pH 6.0-7.0, e mantendo de 2-7 ppm de cloro residual livre após o tratamento. Alguns produtos são muito sensíveis a danos causados pelo cloro durante a sanitização. Neste caso, deve-se estabelecer a concentração de cloro ativo e o tempo de sanitização, de forma a não afetar o produto. No caso da rúcula, o cloro ativo não deve exceder a 150 ppm e 10 minutos de exposição, sendo estes os limites máximos de tolerância.

Atualmente, há outros tratamentos de sanitização como o uso do ozônio, descrito com maior detalhamento no capítulo 3 deste livro, mas o hipoclorito de sódio é o mais utilizado. Nesta etapa, pode-se realizar o tratamento antioxidante para o controle do escurecimento em frutas e hortaliças minimamente processadas, utilizando como agentes antioxidantes o ácido ascórbico e sulfitos.

2.5 Centrifugação

A centrifugação tem por objetivo eliminar o excesso de água acumulado no processo de lavagem/sanitização e enxágüe, por meio de equipamentos de aço inoxidável. Uma centrifugação ineficiente, com a não remoção de toda a água livre da superfície do produto, acelera a deterioração e confere aparência indesejável ao produto. Da mesma forma, excesso de centrifugação, além de eliminar toda a água livre na superfície do produto, o que é benéfico, retira o suco (seiva) celular, desidratando-o, causando ressecamento e perda da coloração natural (esbranquiçamento), rompimento dos tecidos, acelerando a deterioração e reduzindo a vida útil. Portanto, para cada produto deve-se estabelecer a melhor combinação do binômio tempo X velocidade de centrifugação. Isto dependerá, além do produto, da quantidade a ser centrifugada por batelada e do tipo de centrífuga. O tempo de centrifugação varia de 3 a 10 minutos, ajustando-se a velocidades que não cause dano, pois alguns produtos são muito sensíveis. Em épocas chuvosas de cultivo da matéria-prima, principalmente raízes e tubérculos, os tempos de centrifugação devem ser aumentados para a retirada do excesso de água. Um indicador interessante para se determinar o tempo de centrifugação é o dreno da centrífuga, isto é, quando parar de escorrer água a centrifugação deverá ser

interrompida. Deve-se fazer avaliação visual do produto centrifugado, que não deve apresentar aspecto de produto molhado ou danificado mecanicamente.

As centrífugas podem ser uma das fontes potenciais de contaminações microbiológicas. Por isso, devem ser limpas e higienizadas com solução de hipoclorito de sódio. Existem outras técnicas alternativas à secagem convencional dos produtos, como a injeção de ar frio forçado em túneis, porém apresentam como principal inconveniente a baixa eficiência em "produtos volumosos".

2.6 Embalagem

Após a centrifugação e antes da embalagem recomenda-se fazer inspeção criteriosa e o toalete dos produtos, eliminando-se pedaços injuriados, com problemas de aparência ou qualquer tipo de defeito que deprecia o produto. Um problema sério que vem sendo enfrentado pelos processadores é a presença de insetos na matéria-prima, de difícil remoção nas etapas anteriores à recepção, classificação/seleção, pré lavagem da matéria-prima e lavagem do produto processado. Por isso, esta etapa é de fundamental importância e exige mesas especiais, construídas em acrílico e com sistema de iluminação na parte inferior da superfície de acrílico, para facilitar o trabalho e aumentar a produtividade na inspeção do produto pronto. Na extremidade da mesa, deverá ser instalada uma balança para a pesagem dos produtos.

Nesta etapa, deve-se seguir rigorosamente a temperatura recomendada, tanto no produto como no ambiente de embalagem. Quando se pratica a embalagem de vegetal quente em sala sem refrigeração, ao submetê-lo à condição de refrigeração ocorrerá condensação de água na superfície interna da embalagem, o que gera problema visual e de deterioração microbiológica do produto.

Os sistemas de embalagens a serem adotados (tipo de filme plástico, remoção e injeção de gás e relação volume da embalagem X quantidade de produto) variam muito, e dependem da fisiologia do produto, do mercado (se institucional ou varejo), da tecnologia de processamento adotada (tipo de corte, eficácia no resfriamento do produto e da cadeia de frio) e da expectativa de vida útil esperada do produto pronto. Podemos classificar quanto à taxa respiratória, produtos de alta, média e baixa taxa respiratória (ver Tabela 1.1). Isto é importante na seleção da permeabilidade do filme plástico a ser recomendado. Além do mais, para cada produto existe a condição ótima de atmosfera gasosa para a sua conservação. Alguns produtos se adaptam bem ao sistema de embalagem sob

vácuo parcial ou total, outros não. Existem produtos que não necessitam da atmosfera modificada ativa. Tudo isso interfere na seleção do sistema de embalagem a ser adotado. Normalmente, em produtos nos quais se requer uma maior vida útil para comercialização, utiliza-se a tecnologia de atmosfera modifica ativa.

A embalagem ajuda a conservar o produto. Entretanto, não podemos depositar todas as expectativas na embalagem, pois ela não resolve os problemas das outras etapas de processo, especialmente dois aspectos fundamentais, e, mais importantes, que são a qualidade da matéria-prima e a temperatura do produto (*in natura* e minimamente processado).

Abaixo, alguns exemplos de produtos diferentes na sua fisiologia, com informações para indicação de sistemas de embalagens para comercialização de pequenas porções de varejo:

- **Acelga e Alface picadas** - respiram menos que a couve e a rúcula, porém mais que folhas de alface e acelga inteiras. Pode-se utilizar filme de polipropileno bio-orientado (BOPP), de permeabilidade intermediária. A alface picada (principalmente a americana) tolera níveis baixos de oxigênio, por isso, se adapta bem ao vácuo parcial.
- **Rúcula** - a rúcula não tolera níveis muito baixos de oxigênio, nem elevado teor de CO_2, além de sofrer facilmente danos mecânicos no processo de vácuo. O tipo de filme indicado é o polietileno de baixa densidade.
- **Couve** - apresenta taxa respiratória elevada. Portanto, necessita de embalagens extremamente permeáveis, sem vácuo, sendo indicado o filme esticável de PVC aplicado a bandejas de poliestireno expandido.
- **Raízes, vagem e tubérculos** - pode-se usar filmes coextrusados multicamadas, à base de nylon e polietileno de baixa densidade, preferencialmente com taxa de permeabilidade maior que 100 $cm^{-3}.m^{-2}.dia^{-1}$ que mantém o vácuo. Portanto, são produtos que se adaptam bem em embalagem sob vácuo parcial.
- **Brócolis e couve-flor** - são dois produtos semelhantes na sua fisiologia, ou seja, respiram muito, podendo-se indicar filmes poliolefíncios coextrusados especiais, com alta permeabilidade.

2.7 Distribuição e condições de armazenamento/ comercialização

Na distribuição, os produtos embalados são acondicionados em embalagem secundária. Normalmente utilizam-se caixas plásticas higienizadas e sanitizadas. O uso de caixas de papelão resistentes à umidade também pode ser empregado, sendo muito utilizado em outros países, como nos EUA.

O armazenamento é recomendado para a formação de estoques reguladores na comercialização dos produtos. Entretanto, recomenda-se o mínimo possível de tempo de estocagem e entregas rápidas nos pontos de consumo ou comercialização. Recomenda-se também o uso de veículos refrigerados à temperatura de 5°C.

Apesar da importância em manter a cadeia de frio durante o transporte, distribuição e comercialização nas condições de temperatura recomendadas, tem sido demonstrado que os produtos estão sujeitos a temperaturas abusivas em torno de 12 °C nas gôndolas de supermercados. Tal fato compromete não só a vida útil do produto, como cria risco de problemas de saúde pública, ao favorecer a anaerobiose dentro da embalagem, pelo descompasso entre a taxa respiratória do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem.

Capítulo 3

QUALIDADE E SEGURANÇA DOS VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

André Luis Bonnet Alvarenga
José Carlos de Toledo

3.1 Introdução

Dentre as soluções encontradas para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, está o processamento mínimo de vegetais (PMV). Se por um lado a tecnologia de PMV agrega valor à matéria-prima para o agricultor e o processador, fornece para o consumidor conveniência e melhor manutenção da qualidade sensorial e nutricional presente nos produtos vegetais, por outro lado, favorece a deterioração microbiológica, alterações fisiológicas e bioquímicas destes vegetais e aumenta os riscos de desenvolvimento de microrganismos patogênicos, levando a possíveis problemas de segurança no consumo destes produtos.

Deste modo, um dos grandes desafios das empresas da cadeia de PMV é garantir a segurança de seus produtos de acordo com os requisitos necessários, desde a produção da matéria-prima (no campo), passando pelo processamento, pela armazenagem e pelo transporte, até a sua distribuição e comercialização.

Torna-se, então, importante, estabelecer alguns fundamentos sobre a qualidade e a segurança dos vegetais minimamente processados e a forma de garanti-los.

Assim, o presente capítulo tem por objetivo definir ao leitor o que é um alimento de qualidade, mostrar qual a relação da qualidade com a segurança dos alimentos e quais fatores contribuem para a diminuição desta qualidade e que podem comprometer a segurança do consumidor no consumo dos vegetais minimamente processados. Adicionalmente, o capítulo discorre como os programas de pré-requisitos contribuem para a garantia da qualidade e da segurança destes produtos.

3.2 Qualidade dos alimentos

Em uma definição ampla e com o foco no consumidor, um alimento de qualidade é aquele que reúne atributos sensoriais (cor, sabor, aroma, textura, crocância, entre outros), nutricionais, de segurança (ausência de perigos químicos, microbiológicos e físicos), relacionados a sistemas de produção (transgênicos, orgânicos, convencionais, indicação geográfica, entre outros), de conveniência e disponibilidade.

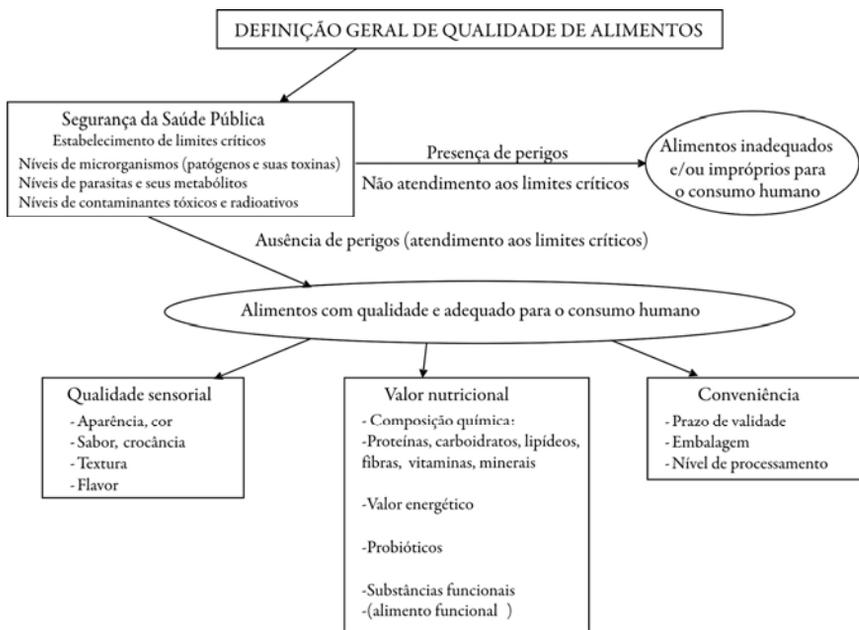
A segurança de alimentos é o item decisivo para que um alimento tenha qualidade, conforme mostra a figura 3.1, ou seja, um alimento de qualidade é necessariamente seguro. A figura mostra também que nem todo alimento seguro é de qualidade. Esta diferenciação entre qualidade e segurança é de especial importância para que o leitor entenda os conceitos básicos.

Fonte: Adaptado pelos autores de Molnár (1995)

Figura 3.1 - Definição e descrição da qualidade de alimentos

Os atributos intrínsecos para a qualidade são as propriedades físico-químicas e biológicas dos alimentos, como o sabor, o aroma, a textura, a aparência, a vida de prateleira e suas características nutricionais que são mensuráveis e objetivas. Os atributos extrínsecos para a qualidade referem-se aos sistemas de produção, como a quantidade de pesticidas utilizados na produção primária, o tipo de

material utilizado na embalagem do alimento, a utilização de uma tecnologia de processamento específica ou da biotecnologia para modificar as propriedades dos produtos. Estes atributos não exercem necessariamente influência nas propriedades dos alimentos, mas influenciam na aceitação do produto pelo consumidor.

As principais alterações relacionadas à qualidade dos vegetais são devidas às reações químicas, enzimáticas e microbiológicas. Quanto às reações microbiológicas, foco deste capítulo, os microrganismos se desenvolvem em uma maior ou menor velocidade, dependendo das condições do ambiente em que está submetido (como será discutido em seguida). Apesar de grande parte dos microrganismos necessitarem de oxigênio, a sua diminuição no processamento e embalagem não elimina a possibilidade de deterioração (desenvolvimento de microrganismos deteriorantes) ou de torná-lo inseguro (desenvolvimento de microrganismos patogênicos), devendo-se prever mais de um controle.

A partir destas reações, nota-se que os vegetais minimamente processados têm o controle de sua vida útil em função de dois desafios básicos: o controle de reações químicas, devido à respiração dos vegetais e o do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes (que causam problemas de qualidade sensorial ao vegetal) e patogênicos (que causam problemas de toxi-infecção alimentar). A supressão de oxigênio pode diminuir a taxa de respiração do vegetal, o que diminui reações metabólicas que causam o envelhecimento e amadurecimento, mas pode causar o desenvolvimento de bactérias patogênicas ao vegetal embalado. Assim, com o foco na manutenção da qualidade e segurança do vegetal, o processamento mínimo tem por desafio encontrar condições que diminuam a taxa de degradação do vegetal por questões fisiológicas, a taxa de desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, e que garantam a sua segurança (elimine o desenvolvimento de microrganismos patogênicos).

O nível de qualidade dos vegetais está diretamente relacionado aos fatores intrínsecos e extrínsecos dos alimentos, cuja falta de controle pode levar à degradação físico-química e microbiana destes vegetais e alterar a sua qualidade especificada. Os fatores intrínsecos são aqueles inerentes à composição dos próprios alimentos tais como a sua composição química (fontes de carbono e nitrogênio, vitaminas e sais minerais), atividade aquosa (níveis de água disponível no alimento), acidez (pH do alimento), potencial de oxi-redução (níveis de oxigênio disponível durante a estocagem), a conformação da

estrutura biológica e outras substâncias (fatores antimicrobianos naturais). Do mesmo modo, os fatores extrínsecos estão relacionados às condições de estocagem destes vegetais, tais como a temperatura, composição gasosa e umidade relativa em que eles estão submetidos.

A alta atividade de água (Aw), os valores de acidez (pH) próximos à neutralidade e a presença de nutrientes intrínsecos (fontes de carbono e nitrogênio) nas frutas e hortaliças reúnem uma condição essencial para desenvolvimento microbiano, classificando-as como de alta perecibilidade, principalmente à contaminação bacteriana.

A alta perecibilidade destes vegetais é explicada pelas suas características intrínsecas como a sua composição química, e principalmente, pelos valores de pH próximos à faixa da neutralidade e atividade de água (Aw) superior a 0,95. As faixas mínimas de pH e Aw que são favoráveis ao desenvolvimento bacteriano, tanto das bactérias do grupo das deteriorantes, quanto as do grupo das patogênicas, são, respectivamente, 0,88-0,91 e 3,6 – 6,0. Isto quer dizer que um alimento contendo um valor igual ou maior que os destas faixas, que é o caso das frutas e hortaliças, reúne as condições ótimas para o desenvolvimento bacteriano, e por consequência, de todos os demais grupos de microrganismos.

A conservação dos VMP torna-se bastante crítica em virtude das injúrias mecânicas, ou seja, dos danos físicos causados ao tecido vegetal pela operação de corte, os quais aceleram o processo de deterioração dos mesmos, em virtude da maior exposição dos tecidos vegetais à contaminação microbiana e a exsudação do líquido celular dos tecidos vegetais que contêm enzimas que oxidam o vegetal. Os tecidos vegetais sadios que estão inalterados são um substrato pobre para o desenvolvimento microbiano, ao contrário dos VMP, pelas razões expostas.

Além dos fatores mencionados, a ocorrência de microrganismos patogênicos não está diretamente associada à boa qualidade visual do VMP, uma vez que eles não estão associados à deterioração de tecidos vegetais que são conseqüências diretas da ação de microrganismos deteriorantes. A partir desta visão, há possibilidade da ocorrência de microrganismos patogênicos em níveis que tornem inseguro o consumo de um VMP de qualidade sensorial aceitável pelo consumidor, o que se torna bastante crítico, dada a incapacidade de o consumidor em avaliar esta qualidade oculta.

Os principais fatores de controle para a conservação dos alimentos, além da redução da microbiota original por meio de tratamento térmico, ou pelo uso de agentes químicos, são a atmosfera, a temperatura, o valor de pH e a quantidade de água livre disponível no alimento. No caso dos vegetais minimamente processados, promove-se o uso de agentes químicos (hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, ácido peracético ou ozônio) em um processo conhecido como sanitização e a modificação da atmosfera gasosa de embalagem (redução do oxigênio disponível e aumento do dióxido de carbono) e estocagem em temperaturas de refrigeração. Conforme estabelecido no capítulo anterior, o processo de sanitização visa reduzir a microbiota inicial do vegetal para níveis aceitáveis. As baixas temperaturas reduzem bastante a taxa de desenvolvimento microbiano, que pode comprometer a qualidade e a segurança do produto.

3.2.1 Segurança dos Alimentos

Recentes debates sobre técnicas de conservação de alimentos têm focado em processos que sejam seguros, mas que também preservem os atributos intrínsecos de qualidade nutricional e sensorial presentes na matéria-prima pela minimização da severidade e da quantidade das operações de processamento subsequentes. Isto explica o porquê dos alimentos minimamente processados estarem ganhando tanta popularidade, embora novos riscos estejam surgindo junto com eles. Como exemplo, está a necessidade de manutenção efetiva da cadeia de frio em toda a cadeia de produção, inclusive durante a estocagem e distribuição, para prevenir o desenvolvimento microbiano.

A segurança de alimentos significa garantir a ausência de perigos químicos, físicos e microbiológicos no alimento destinado ao consumo humano.

Os perigos são definidos como qualquer agente ou condição com potencial de prejudicar a saúde humana, podendo ser de origem física, química e/ou microbiológica. Estes últimos, são responsáveis pela maioria dos casos de desvios da garantia de segurança em alimentos, correspondendo a 97% dos casos de contaminação em alimentos e vêm ao encontro dos principais relatos de surtos de toxi-infecção alimentares no mundo. Nos VMP, os perigos podem ocorrer por diversas causas, conforme mostra o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Principais perigos para a segurança dos vegetais minimamente processados

Perigos Físicos	Perigos Químicos	Perigos Microbiológicos
Pedaços de madeira (gravetos, farpas grandes, palitos de dentes, outros) Pedaços de vidro Peças e fragmentos de metais (porcas, parafusos, pedaços amorfos, corpos de prova metálicos, outros) Fragmentos de materiais plásticos perfurantes e cortantes Pedras	Presença de resíduos de pesticidas Resíduos de agentes sanificantes Resíduos de venenos para pragas Substâcias tóxicas naturalmente presente nos vegetais Outros químicos (acrilamida, PCB, dioxinas, melanina)	Bactérias patogênicas esporuladas Bactérias patogênicas não esporuladas Norovirus (virus de Norwalk e NLV) e virus da Hepatite A Toxinas fúngicas (micotoxinas) Protozoários
Causas Possíveis	**Causas Possíveis**	**Causas Possíveis**
Incorporação de sujidades durante a colheita e transporte dos vegetais; Acidentes com utensílios de vidro durante o processamento; Praticas inadequadas durante o processamento.	Monitoramento inadequado ou inexistente da aplicação de pesticidas; Contaminação por excesso de sanitizantes, enxágue deficiente ou práticas de manipulação inadequadas; Utilização de produtos químicos para controle de pragas dentro da área de processamento; Área de cultivo e/ou processamento próxima a lixões, indústrias químicas e ambiente com poluição química.	Irrigação da produção primária com água contaminada; Utilização de esterco não curtido na adubação dos vegetais no campo; Falta de proteção do vegetais contra o solo, durante o cultivo; Práticas inadequadas de colheita e transporte dos produtos; Contaminação dos VMP por mãos, superfíceis e equipamentos sem sanitização; Falta de controle da temperatura de estocagem e transporte.

Fonte: Elaborado pelos autores

3.2.1.1 Perigos Físicos

A legislação brasileira define matérias estranhas aos alimentos “qualquer matéria macroscópica (observada a olho nu) e microscópica (observada com auxílio de instrumento ótico por meio de procedimentos padronizados) que é prejudicial à saúde humana, que incluem insetos e outros animais (baratas, ratos moscas, abelhas, formigas, ácaros, entre outros) vivos ou mortos e inteiros ou em partes, que reconhecidamente veiculam (transportam) contaminantes infecciosos aos alimentos, seus excrementos, parasitas, helmintos e objetos

rígidos, pontiagudos e/ou cortantes que podem causar lesões ao consumidor". Neste sentido, estes últimos são classificados como perigos físicos. Entretanto, as matérias estranhas que veiculam contaminantes infecciosos (microrganismos) não são consideradas perigos, mas sim, vetores que levam à contaminação do suprimento alimentar por perigos microbiológicos.

Não são considerados perigos físicos as matérias estranhas nos alimentos cujos níveis de defeitos estão presentes naturalmente nestes alimentos ou são inevitáveis em ocorrer (quando o processamento destes alimentos não permite eliminação total da matéria estranha), desde que estes níveis não indiquem riscos à saúde do consumidor. Estes níveis são estabelecidos porque é economicamente impraticável eliminar todos estes defeitos que ocorrem naturalmente nas matérias-primas e/ou que sejam inevitáveis em ocorrer nas fases de produção, colheita e processamento que atendam aos requisitos higiênico-sanitários regulamentados. As matérias estranhas são definidas globalmente como qualquer material indesejável presente no alimento, que estejam associadas a condições ou práticas inadequadas de produção, estocagem ou distribuição, como sujidades, material decomposto (material em decomposição devido a causas parasíticas ou não), ou outros elementos (areia, terra, vidro, metal, entre outros), excluindo-se as bactérias.

Os principais perigos físicos nos vegetais minimamente processados ocorrem como conseqüência de práticas inadequadas na colheita e durante o transporte dos vegetais do campo à unidade de processamento. Embora exista a possibilidade da ocorrência destes perigos durante o processamento (vidros, adornos pessoais, grampos, entre outros) ela se torna baixa, especialmente quando a unidade de processamento adota as Boas Práticas de Fabricação.

3.2.1.2 Perigos Químicos

A contaminação de alimentos por perigos químicos é uma questão de saúde pública em todo o mundo e pode ocorrer por meio de poluição ambiental do ar, da água e do solo, como é o caso dos metais pesados, bifenil-policlorados (PCB) e dioxinas, ou por meio de uso intencional de várias substâncias químicas na cadeia agroalimentar como os resíduos de pesticidas nas lavouras, de hormônios (promotores de crescimento animal), de antibióticos (tratamento de enfermidades animais), de aditivos químicos (para aumento de vida útil de alimentos e coadjuvantes tecnológicos) e de sanificantes utilizados nas diversas etapas de produção, entre outros.

Um perigo de grande importância são as micotoxinas que são substâncias tóxicas que possuem capacidade mutagênica e carcinogênica, enquanto outras apresentam toxicidade específica a um órgão ou são tóxicas por outros mecanismos. Elas são produzidas por algumas espécies de fungos filamentosos por meio de seu metabolismo secundário. As contaminações por micotoxinas podem ocorrer ainda na produção primária ou após o alimento ser processado, e neste último caso é a principal conseqüência de falhas no controle de umidade e temperatura de alimentos estocados. O grande problema deste tipo de perigo é que, uma vez que o alimento é contaminado, ele persiste por toda a cadeia produtiva, inclusive em produtos originados de animais alimentados por rações contaminadas. Apesar das micotoxinas serem metabólitos de origem química, sua classificação é como perigo microbiológico, pois sua prevenção está no controle de desenvolvimento dos fungos filamentosos que as originam.

3.2.1.3 Perigos Microbiológicos

As bactérias patogênicas são contaminantes de vegetais frescos e nos VMP e podem levar o consumidor à morte, no caso de consumi-los com um nível de contaminação inaceitável. Os vegetais minimamente processados foram responsáveis por 190 casos de surtos de toxi-infecção alimentar que resultaram em mais de 16.000 pessoas com os sintomas, quase 600 hospitalizações e 8 mortes nos Estados Unidos entre 1973 e 1997. Embora não tenham sido necessariamente agentes causadores de toxi-infecções alimentares, a presença destes microrganismos nestes produtos alerta para a necessidade de um maior controle da produção, desde o campo até a mesa dos consumidores.

A presença de perigos microbiológicos nos vegetais não pode ser avaliada na recepção das matérias-primas ou mesmo no consumo do produto final por simples observação visual. Para esta avaliação, é necessário que o vegetal passe por ensaios microbiológicos, que além de serem bem específicos e de alto custo, demandam entre 24 e 72 horas para obtenção do resultado. Este tempo é precioso para a vida útil - do vegetal. Assim, a empresa processadora não pode esperar pelos resultados destes ensaios para decidir ou não pelo processamento e distribuição das matérias-primas e dos vegetais minimamente processados, respectivamente. Deste modo, ressalta-se a grande responsabilidade da empresa processadora na garantia da qualidade e segurança destes vegetais, processados ou não. Para isto, é necessário o atendimento às Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação, que são um conjunto de requisitos voltados para o ambiente, aos colaboradores e para as operações na produção primária e no processamento

mínimo. Como os controles são realizados em cada etapa, o resultado final é de um produto com qualidade garantida. Estas Boas Práticas fazem parte dos programas de pré-requisitos para a segurança de alimentos e serão discutidas mais detalhadamente neste capítulo.

3.2.2 Programas de pré-requisitos para a segurança dos VMP

O meio fundamental para a garantia da segurança de alimentos é o estabelecimento, por meio de um sistema de gestão de segurança de alimentos, da minimização da ocorrência dos perigos nos alimentos, tendo por base os controles efetuados em cada uma das etapas da cadeia de produção. Estes controles são procedimentos tecnológicos de processamento dos alimentos que impedem a evolução quantitativa de microrganismos patogênicos, substâncias químicas e impurezas físicas em níveis que se tornem perigos para a saúde do consumidor, e/ou procedimentos que eliminem os perigos já existentes nos alimentos a serem processados ou que os diminua em níveis seguros para o consumo humano .

Pode-se definir os programas de pré-requisitos (PPR) como um conjunto de etapas e procedimentos operacionais formalizados e essenciais para controlar as condições higiênico-sanitárias do processamento de alimentos em toda cadeia produtiva, que promovem condições no ambiente de processamento favoráveis para a produção de alimentos seguros, e que são pré-requisitos para a implantação de qualquer programa de segurança de alimentos Os PPR incluem as Boas Práticas Agrícolas (BPA) e de Fabricação (BPF).

Os PPR incluem elementos que são freqüentemente descritos como Boas Práticas de Fabricação como, por exemplo, limpeza e sanitização, higiene pessoal e do ambiente fabril, projeto higiênico-sanitário da planta de processamento e manutenção preventiva de equipamentos e instalações. Como forma de atender a uma visão sistêmica na cadeia produtiva, as Boas Práticas Agrícolas (BPA) também fazem parte do conceito de PPR. As Boas Práticas de Higiene, de Transporte e de Distribuição podem ser consideradas, em seu contexto, sinônimos de BPF. Os Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO), oriundos do desdobramento dos elementos específicos de higiene e sanitização das BPF por serem essenciais no processamento de alimentos seguros, são uma descrição completa dos procedimentos necessários para a manutenção de instalações, equipamentos e utensílios em condições que

previnam a contaminação cruzada[1] ou pós-processamento do alimento que entre em contato com suas superfícies e, portanto, são considerados como um pré-requisito para a produção destes alimentos seguros.

As BPF se concentram no processamento pós-colheita, e as BPA têm por objetivo a redução da carga microbiana dos alimentos (assim como os níveis dos agentes químicos e físicos) durante a produção no sentido de auxiliar na manutenção da carga microbiana (assim como as de agentes químicos e físicos) no produto final em níveis aceitáveis.

Os PPR são então compostos e divididos em BPA, BPF e Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO). A figura 3.2 mostra as aplicações específicas dos PPR na cadeia de produção agroindustrial de alimentos.

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3.2 - Aplicação dos PPR nas cadeias agroindustriais de alimentos

3.2.2.1 As Boas Práticas Agrícolas

A qualidade final do vegetal minimamente processado está associada principalmente à qualidade da matéria-prima utilizada no processamento. Por mais que se tenha os cuidados necessários durante o seu processamento, nenhuma atividade consegue eliminar, ou diminuir para níveis aceitáveis, os perigos, principalmente os químicos e microbiológicos, que possam estar presentes na matéria-prima por falta de controles durante a produção primária. Em relação aos perigos químicos, a única possibilidade de controle está no campo, durante o tratamento com pesticidas. Um vegetal que entra na unidade de processamento com resíduos de pesticidas acima dos níveis considerados seguros, levará à produção de produtos finais igualmente contaminados e, portanto, inseguros. Em relação aos perigos microbiológicos, não é objetivo das

---

[1] A contaminação cruzada é definida como a transferência de microrganismos deteriorantes ou patogênicos de um alimento para outro via uma superfície de contato que não seja o próprio alimento como as mãos, equipamentos, móveis ou utensílios. Ela pode ser originada também da transferência direta destes microrganismos de uma matéria-prima (alimento não processado) para um alimento processado. Este termo pode também ser utilizado para contaminantes químicos e físicos.

Boas Práticas de Fabricação garantir que a matéria-prima esteja isenta de microrganismos, até mesmo porque esta é uma condição impossível. Mas o objetivo é que se tomem ações no campo para que a contaminação microbiana do vegetal produzido para processamento esteja em níveis tais que os processos de sanitização, próprios da tecnologia, possam reduzi-los em níveis aceitáveis para o consumo humano. Matérias-primas com alto nível de contaminação produzem, necessariamente, vegetais minimamente processados com reduzida vida útil e potencialmente inseguros, devido às questões já discutidas neste capítulo. A compreensão de como estes contaminantes entram na produção primária visa facilitar o desenvolvimento de ações apropriadas e mecanismos eficazes de controle. Estes controles são realizados por meio das Boas Práticas Agrícolas (BPA).

As BPA são um conjunto de princípios, normas e recomendações técnicas, aplicáveis à produção agrícola, envolvendo todas as atividades realizadas no campo e após a colheita, exclusive o processamento para tornar os sistemas de produção mais eficientes e rentáveis, além de assegurar ao mercado consumidor o fornecimento de alimentos seguros, produzidos de forma sustentável. Pode-se dizer também que são uma seleção de métodos para uso no campo para atingir da melhor maneira os objetivos da sustentabilidade agronômica e ambiental da produção primária.

Segundo a Organização para a Agricultura e Alimentação (FAO), os objetivos destes princípios são:

- Garantir qualidade e segurança das matérias-primas na cadeia de produção agroalimentar (CPA);
- Promover novas vantagens de mercado pela modificação da governança da CPA;
- Melhorar o uso de recursos naturais, a saúde dos trabalhadores e as condições de trabalho;
- Criar novas oportunidades de mercado para produtores rurais e exportadores nos países em desenvolvimento.

Os itens abaixo relacionam os principais fatores que afetam diretamente a qualidade e a segurança de matérias-primas vegetais, e que são as condições mínimas para a produção e manutenção de matérias-primas vegetais de qualidade. Em cada item elencaremos atividades que devem ser implementadas pelos produtores rurais em parceria com as empresas de vegetais minimamente

processados. Cabe ressaltar que os produtores rurais sozinhos não conseguem adequar suas propriedades, e é importante que tenham esta integração sugerida com as empresas processadoras.

a) Condições de higiene do ambiente de produção

- A produção deve estar distante a, no mínimo, 200 metros de aterros sanitários e de lixo hospitalar, fossas e esgotos domésticos. As águas pluviais carregam contaminantes para os locais de produção, levando à contaminação dos mesmos por resíduos químicos e por microrganismos, em sua maioria, patogênicos;
- Presença de banheiros químicos no campo para utilização pelos trabalhadores. Embora não exista legislação definindo o número mínimo, pode-se tomar como base a NR 7 do Ministério do Trabalho, que estabelece um mictório para cada dez funcionários. Ou seja, sugere-se um banheiro químico para cada dez lavradores, espaçados equidistantemente;
- Os defensivos agrícolas devem ser guardados em um espaço fechado, com ventilação, tendo controle e registro de uso, preferencialmente sob a responsabilidade de uma única pessoa devidamente treinada para o gerenciamento;
- Deve-se manter um espaço isolado, com piso em cimento e disposição de água limpa para a lavagem das embalagens de pesticidas, sendo necessária a lavagem tríplice, cujas instruções podem ser acessadas no portal *www.inpev.org.br*. As águas de lavagem são descartadas em tanques, cujo conteúdo pode ser reutilizado na lavoura. Os principais objetivos da lavagem tríplice são a diminuição dos riscos à saúde das pessoas e de contaminação do meio ambiente. Os resíduos nas embalagens são diminuídos em quase 2000 vezes, tornando-se desprezíveis os riscos de contaminação;
- Utilizar a técnica de *mulching* para proteção das culturas. Esta técnica se baseia na proteção da superfície do solo por uma cobertura, geralmente de plástico preto (podendo ser também de materiais orgânicos), que tem por objetivo de evitar transferência de calor entre o solo e a atmosfera. Ela mantém a temperatura do solo, evita a evaporação de água de irrigação, entre outros, conferindo um melhor crescimento do vegetal. Indiretamente, protege o vegetal do respingo de água da chuva ou irrigação com solo, o que diminui a microbiota na superfície dos vegetais, melhorando sua qualidade microbiológica para o processamento;

- O cultivo protegido por estufas agrícolas é recomendado por aumentar a capacidade de monitoramento da produção, uma vez que diminui a influência das intempéries e de pragas sobre a cultura, melhorando a eficiência produtiva por diminuição de perdas por causas naturais e acidentais (acidentes naturais – granizo, chuvas fortes e insolação demasiada).

b) Insumos utilizados na produção

- Deve-se utilizar sementes com boa origem, de um bom fornecedor, cuja qualidade fitossanitária é garantida. Algumas variedades são mais adequadas para processamento e devem ser preferidas;
- A água utilizada para a irrigação ou fertirrigação deve ter qualidade garantida. Esta qualidade está diretamente associada à ausência de microrganismos e de contaminantes químicos que poderiam contaminar os vegetais. Por isso, deve-se captá-la de mananciais que garantidamente estejam livres de contaminantes químicos. O tratamento para eliminar a contaminação microbiológica é realizado com filtração e dois estágios e cloração na faixa de 2 a 5 ppm[2] de cloro residual livre (CRL). A água captada pode ser estocada em caixas d´água de polipropileno ou fibra devidamente fechadas a uma altura que permita a irrigação por gravidade. O CRL é um escudo para a água contra uma contaminação microbiana que possa ocorrer durante a armazenagem;
- Se for utilizar esterco animal ou lodo para a adubação, os mesmos deverão ser curtidos. A curtição é um processo natural de fermentação do esterco ou lodo por longo período, onde o sistema alcança temperaturas elevadas, eliminando os microrganismos, inclusive os patogênicos, obtendo-se um fertilizante seguro para o uso;
- Usar somente os pesticidas permitidos por lei, no tempo de carência e concentração recomendadas. O tempo de carência é o intervalo, em dias, entre a data de aplicação do pesticida na lavoura e a data de colheita do vegetal desta lavoura, que é estabelecido para os diferentes pesticidas utilizados.

[2] "ppm" é a abreviatura de "partes por milhão" e uma forma comum de expressar a concentração de solutos quando presentes em pequenas quantidades em solução. Equivale à concentração em miligrama (mg) do soluto em um litro de solução. Assim uma solução 2 a 5 ppm de cloro equivale a uma concentração de 2 a 5 mg de hipoclorito de sódio em 1 litro de solução aquosa.

c) Saúde e higiene dos trabalhadores

- Os trabalhadores rurais devem usar equipamentos de proteção individual (EPI) para proteção da saúde contra possíveis danos. Para aqueles que trabalham na pulverização da produção vegetal, recomenda-se macacões fechados com capuz, luvas, botas plásticas de cano longo, óculos com laterais fechadas e máscaras contra vapores orgânicos. Nestas últimas, deve-se observar a validade do filtro de acordo com a recomendação dos fabricantes;
- Os EPI devem ser limpos após cada uso e a água utilizada na limpeza deve ser estocada em tanques específicos, podendo ser os mesmos que estocam as águas residuárias da lavagem tríplice de embalagens.
- Outros EPI dizem respeito ao filtro solar, chapéus, botas e luvas para os trabalhos de campo (semeadura, trato cultural e colheita).

d) Higiene de equipamentos associados com o cultivo e a colheita

- Utensílios de cultivo e colheita tais como facas, enxadas, entre outros, devem estar sempre limpos e em bom estado, sendo de uso exclusivo no campo. Esta exclusividade torna-se necessária no intuito de impedir contaminação cruzada. Alguns vegetais podem ser contaminados durante a colheita no processo de corte por bactérias flageladas (móveis) fitopatogênicas. Estas bactérias podem contaminar o vegetal de maneira endógena (no seu interior) por meio dos canais que levam às nervuras, tornado qualquer processo de sanitização no processamento mínimo ineficiente e, conseqüentemente, afetando a qualidade do vegetal minimamente processado;
- Do mesmo modo, as caixas utilizadas no campo devem ser separadas das caixas utilizadas para transporte e das caixas utilizadas nas unidades de processamento. Esta separação pode ser realizada por meio de cores diferenciadas que auxilia no processo de monitoramento de contaminação cruzada pelas caixas;
- Os veículos, assim como a sua superfície de transporte (carroceria), devem sofrer limpezas diárias para eliminar sujidades e restos de vegetais que podem contaminar os sadios que estejam sendo transportados. Do mesmo modo, a manutenção mecânica do veículo deve impedir que haja derramamento de óleo e outros combustíveis/lubrificantes na área destinada ao plantio.

e) Manuseio pós-colheita e armazenamento

- Realizar a colheita nas primeiras horas da manhã para que a temperatura dos vegetais esteja baixa, de forma evitar aumento da taxa de respiração e conseqüente senescência do vegetal para processamento;
- Transportar os vegetais em caminhões fechados ou com coberturas para evitar a incidência de raios solares ou chuvas que possam tornar a sua condição propícia para diminuição da qualidade;
- Processar o vegetal ou mantê-lo em refrigeração imediatamente após chegada na unidade processadora;

f) Limpeza e desinfecção (sanitização)

- Formalizar protocolos de sanitização (limpeza e desinfecção) eficientes. A sugestão do protocolo de sanitização será realizada neste capítulo. A importância da formalização do protocolo (implantação de um procedimento escrito) está associada à padronização de informação aos colaboradores e à oportunidade que estes colaboradores podem ter para solucionar dúvidas durante as atividades. A formalização documental é um compromisso que a empresa processadora tem na disponibilização dos recursos humanos, materiais e financeiros necessários para sua realização.
- Garantir o seguimento à risca do protocolo, por meio de verificação do comportamento dos funcionários encarregados destes processos;
- Garantir a utilização de água potável nestes processos, conforme descrito no item b;

Além destes itens, é necessário que exista um modo de registro destas atividades. É importante ter um caderno de campo que controle as atividades descritas nestes itens. Mais importante ainda é a formalização destas atividades como um compromisso da empresa para tal. Assim, estes princípios podem estar formalizados em um documento chamado Manual de Boas Práticas de Fabricação, que é explicado no próximo item. Para tal, sugere-se a criação de um item entitulado "Boas Práticas Agrícolas – Requerimentos". O conteúdo pode ser registrado também no item "Recepção de matérias-primas", onde se estabelece a estrutura do campo e das atividades descritas como requisitos para seleção das matérias-primas.

3.2.2.2 As Boas Práticas de Fabricação

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) são um conjunto de normas simples e eficazes de manipulação, armazenagem e transporte de matérias-primas, ingredientes (incluindo a água de processamento), embalagens, utensílios, equipamentos e produtos acabados, relacionadas intimamente a procedimentos de higiene, voltados para quaisquer empresas industrializadoras e fracionadoras de alimentos. Assim, tornam-se procedimentos essenciais para a garantia de alimentos de qualidade e como pré-requisitos para a implantação de sistemas de garantia da segurança de alimentos

Estas normas tiveram origem na indústria farmacêutica e cosmética nos EUA na década de 60. No Brasil, houve a necessidade de se padronizá-las para as empresas processadoras, embaladoras e fracionadoras de alimentos e estabelecer um instrumento de cobrança e fiscalização. Surge a primeira legislação no início dos anos 90, baseada nas recomendações do *Codex Alimentarius*, estabelecendo o marco legal das BPF no Brasil para as empresas processadoras de alimentos. Daí por diante, surgiram outras legislações como forma de atender às crescentes necessidades de uma sociedade cada vez mais exigente, principalmente a partir da introdução do Código de Defesa do Consumidor em 1990. A evolução da legislação sanitária dos alimentos processados no Brasil tem como o objetivo de, primeiramente, institucionalizar os elementos das BPF nas unidades processadoras de alimentos de origem vegetal e animal que ocorreu na década de 1990 e, posteriormente, incrementar, padronizar e detalhar estes elementos como vem ocorrendo desde o início dos anos 2000, por meio da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Este grupo de legislação em evolução contínua reflete o papel do Estado no estabelecimento de requisitos legais, como forma de garantia da qualidade e da segurança dos alimentos oferecidos à sociedade.

Os principais elementos de um programa de BPF para o processamento mínimo de vegetais estão descritos abaixo e compõem um conjunto de princípios que os norteiam e que devem ser descritos no Manual de Boas Práticas de Fabricação.

a) Certificação e/ou aprovação de fornecedores de matéria-prima (produtores rurais) - Avalia se os requisitos descritos nas Boas Práticas Agrícolas são adequadamente seguidos, identificando lacunas e propondo melhorias no

sistema de produção de forma a conseguir produtos com qualidade e segurança asseguradas;

b) <u>Especificações para matérias-primas, produtos finais e rotulagem</u> – estabelece os requisitos da empresa e os legais. Os requisitos da empresa são aqueles negociáveis e como exemplo tem-se a cor do vegetal, o seu tamanho, o seu calibre, a melhor variedade para processamento, o design da embalagem, o tipo de corte, entre outros. Os requisitos legais são os não-negociáveis e dizem respeito à rotulagem nutricional, tamanho de fontes na embalagem, alegação de propriedades específicas, declaração de peso, níveis de contaminantes e formas de conservação;

c) <u>Controle de produtos químicos utilizados no processamento</u> – é a descrição de como a empresa controla a armazenagem e o uso dos produtos químicos (para sanitização, controle de pragas, entre outros), de forma a impedir a possibilidade de contaminação cruzada;

d) <u>Auditorias e inspeções</u> – são as atividades sistemáticas ou não para averiguar se as matérias-primas, os produtos finais e a condução do processo estão de acordo com o que foi planejado ou especificado, visando garantir a qualidade esperada e planejada dos produtos finais;

e) <u>Identificação de produtos processados e em processamento</u> – especialmente importante no processamento mínimo uma vez que durante a produção, a aparência física de um vegetal pronto para ser embalado é idêntica a de um vegetal que ainda vai ser submetido a todo o processo. Esta identificação pode ser feita por meio de cores de caixas ou por cartões (menos usual). Produtos em análise são considerados em processamento e devem ser identificados adequadamente. Este procedimento visa impedir a distribuição de produtos inseguros para o mercado;

f) <u>Recuperação de informações</u> – Procedimento em que, de modo lógico, a empresa consegue verificar informações sobre um produto processado, mesmo que já esteja no mercado, ou em processamento. Para que isto seja possível, é necessário que tais informações estejam associadas a um lote de fabricação. Estas informações são normalmente da origem da matéria-prima (identificação do produtor rural), dia e, se for o caso, do turno ou da equipe envolvida. Quanto mais informações, mais completos serão os dados recuperados, porém mais complexo será o seu gerenciamento. Assim recomenda-se que sejam reunidos apenas dados que sejam relevantes para a identificação de problemas nos produtos;

g) Treinamento dos empregados em operações e higiene pessoal – este item expressa a política da empresa em relação ao tema do treinamento (o que treinar?), ao público alvo (quais colaboradores treinar?), à freqüência (quando treinar?) e à necessidade (porque treinar?). Procedimentos relacionados à higiene pessoal deve ser tema para todos os colaboradores, inclusive os da área administrativa, pois precisam entender os requisitos das empresas para evitar situações que possam contribuir para a contaminação do local de processamento e do próprio vegetal processado. Operações deve ser tema de treinamento apenas para aqueles envolvidos nas operações específicas. Nesta situação, não se devem ser esquecidos os colaboradores que são substitutos na ausência do principal responsável pela operação.

h) Controle da qualidade do ar e da água de processamento – este item deve descrever a instalações e citar as operações que são necessárias para minimizar contaminação do ambiente produtivo (água e ar). Situações comuns nas empresas de processamento mínimo dos vegetais são a compartimentalização de áreas "limpas" das áreas "sujas"[3], a manutenção da limpeza de unidades de refrigeração e o monitoramento constante do cloro residual livre.

i) Procedimentos de sanitização – este item descreve o princípio das operações de sanitização. Normalmente são divididas em procedimentos para a sanitização dos ambientes e instalações e procedimentos para a sanitização de vegetais para processamento. O princípio básico da sanitização comumente empregada nas unidades de processamento mínimo de vegetais está voltado para o pré-enxágue, limpeza com detergentes e desinfecção;

j) Projeto e manutenção sanitária de equipamentos e instalações – estabelece os critérios adotados na empresa para minimizar a existência de pontos críticos para acúmulo de resíduos, que podem provocar contaminação crônica nos vegetais. Normalmente, são descritos os cuidados em que se tomou para proporcionar cantos arredondados e a escolha de equipamentos

[3] As áreas "sujas" e "limpas" são termos para designar operações que devem ser separadas fisicamente no intuito de evitar a contaminação cruzada entre as operações executadas nestas áreas para o alimento que está sendo processado. São exemplo de "áreas sujas" as áreas de recepção, pré-seleção, de pré-lavagem e a câmara de estocagem de matérias-primas. São exemplos de "áreas limpas" as áreas de sanitização, centrifugação, pesagem, embalagem e câmara de estocagem de produtos finais. Apesar do termo "áreas sujas", as mesmas devem ser organizadas e limpas continuamente, no intuito de evitar a introdução ou aumento dos níveis de perigos nas matérias-primas a serem processadas.

com construção sanitária, ou seja, que o material de construção seja resistente aos sanitizantes e a sua concepção facilite estes processos;

k) Controle de pragas – descreve o princípio utilizado para controle de pragas nas instalações, voltado para operações que evitem o abrigo de praga e diminua a sua ocorrência, respectivamente. São operações complexas e devem ser realizadas por empresas especializadas e terceirizadas. Empresas de desinsetização não necessariamente estão capacitadas para controlar pragas em instalações industriais de processamento de alimento. Para a escolha, é preferível consultar aquelas com experiência de indústria de alimentos e com resultados efetivos;

l) Armazenagem e distribuição de matérias-primas e produtos finais – descreve como é realizada a armazenagem das matérias-primas e produtos finais, estabelecendo critérios técnicos de valores de temperatura e período máximo para estocagem, além da estratégia de controle destes valores e períodos de forma a garantir a qualidade e segurança dos produtos. Este item inclui ainda as condições de transporte dos vegetais para os clientes. Normalmente as matérias-primas são estocadas em temperaturas de 5°C com umidade ambiente em torno de 85%. Para produtos finais, basta o controle de temperatura das câmaras frias a 5°C. Para transporte, estabelece-se a temperatura máxima de 8°C;

m) Calibração de equipamentos de medição – normalmente é uma atividade excluída na maioria das unidades de processamento mínimo de vegetais. Se baseia na capacidade de um instrumento de medição (termômetro, balança, pHmetro, entre outros) em informar valores exatos do que está sendo medido. A medida certa do que é medido é fundamental para garantir a qualidade dos vegetais em processamento ou processados. Os principais instrumentos que devem ser calibrados periodicamente nas empresas de processamento mínimo de vegetais são as balanças, os termômetros (da área de processamento, das câmaras frias e dos baús refrigerados dos caminhões transportadores), os medidores de rotação de centrífugas e os medidores de pH.

Estes princípios não são a descrição operacional das atividades. As descrições operacionais, que são formalizadas por meio dos Procedimentos Operacionais Padrões – POP, serão descritas adiante. As descrições destes elementos das BPF devem estar formalmente registradas em um documento chamado Manual de Boas Práticas de Fabricação. Este documento descreve as

particularidades destes elementos nas empresas processadoras e é um instrumento onde a direção da empresa, independente do seu porte, garante os meios para que estes requisitos sejam implementados, monitorados e melhorados continuamente. A implantação de BPF nas empresas não garante que os produtos atinjam a qualidade e a segurança esperadas, pois as falhas de processo podem acontecer. Entretanto, as BPF garantem que se um produto tiver uma não-conformidade, será possível identificar a causa desta não-conformidade e corrigi-la.

Um exemplo prático que pode ilustrar a importância das BPF como um PPR para a implantação de um sistema da segurança de alimentos diz respeito ao item "Projeto e manutenção sanitária de equipamentos e instalações". Supondo que, no processo de embalagem dos vegetais minimamente processados, os mesmos sejam colocados em uma bancada à espera da pesagem antes da embalagem. Se as calhas de iluminação localizadas por cima desta bancada não contêm proteção contra queda ou explosão de lâmpadas, o risco de um perigo físico (cacos de vidro) contaminar estes vegetais no caso de uma explosão ou queda acidentais de lâmpadas é grande, e o mesmo pode não ser percebido antes da embalagem final do produto. Caso esta proteção não fosse considerada na implantação dos PPR (o que é muito improvável em um programa eficazmente implantado), haveria a necessidade de se garantir a ausência de perigos físicos em cada vegetal antes de introduzi-lo na embalagem, inviabilizando o programa de gestão de segurança de alimentos.

A adoção das BPF representa uma das mais importantes ferramentas para o alcance de níveis adequados de segurança dos alimentos e, com isso, contribui significativamente para garantir a qualidade do produto final. Além da redução de riscos, as BPF também possibilitam um ambiente de trabalho mais eficiente e satisfatório, otimizando todo o processo produtivo. O efeito geral da adoção das BPF, bem como a de qualquer ferramenta para a qualidade, é a redução de custos de um processo em sua concepção mais ampla.

De acordo com as definições de BPA e BPF, pode-se concluir que a abrangência das BPA se limita até a entrada da matéria-prima na unidade de beneficiamento ou processamento, e a das BPF, deste ponto em diante, incluindo o recebimento até a distribuição dos produtos finais ao cliente/consumidor.

Verificando a necessidade de se padronizar os procedimentos operacionais mais críticos e evoluir na cobrança de outros requisitos das BPF, além dos

estabelecidos em legislação em 1997, as autoridades sanitárias brasileiras estabeleceram por meio da Resolução RDC Anvisa nº 275 de 21/10/2002 oito procedimentos obrigatórios para todas as empresas que processam matérias-primas de origem vegetal e água mineral, que devem contemplar a descrição, registro e monitoramento das operações dos elementos críticos das BPF. As empresas de processamento mínimo de vegetais, como qualquer outra empresa, conforme a seguir.

a) Higiene e saúde dos manipuladores – tem por objetivo evitar a ocorrência de contaminação cruzada entre manipuladores e alimento. Os principais procedimentos são as normas de higiene pessoal e de comportamento dos colaboradores nas unidades de processamento;

b) Seleção e recepção das matérias-primas para processamento mínimo – visa garantir que a matéria-prima recebida esteja adequada para processamento. Os principais procedimentos são o conjunto dos requisitos da qualidade das matérias-primas (cor, volume, peso, integridade, entre outros), o prazo de entrega e o destino das matérias-primas recebidas;

c) Manutenção preventiva e calibração de equipamentos - objetiva garantir que o valor medido pelo instrumento corresponde efetivamente às características das variáveis em questão. São as instruções de como realizar a calibração, incluindo a sua freqüência. Este POP pode ser desdobrado em outros POP individuais para cada instrumento/equipamento existente;

d) Manejo dos resíduos – tem por objetivo garantir que os resíduos provenientes do processamento e seu fluxo não causem contaminação dos vegetais processados ou em processamento, nem tampouco contaminem ou sejam fontes de contaminação do ambiente produtivo. São instruções que estabelecem formas de estocagem dos resíduos, horários ou períodos de coleta e formas de disposição final (alimentação animal, compostagem, entre outros);

e) Controle integrado de vetores e pragas – busca garantir que vetores e pragas não sejam fontes de contaminação cruzada dos vegetais em suas diversas fases de produção/processamento. São instruções da estratégia utilizada para este controle, ou no caso de terceirização, as formas e os requisitos necessários para contratação (terceirização) de empresas especializadas;

f) Higienização das instalações, equipamentos, móveis e utensílios – tem por objetivo diminuir os níveis da microbiota deteriorante e eliminar a

microbiota patogênica. É composto pelo protocolo de sanitização que estabelece a seqüência, os sanitizantes utilizados com concentrações, valores de pH e temperatura necessários para garantir a eficácia das operações. Não estão incluídas as instruções de sanitização dos vegetais, que apesar de sofrerem o mesmo protocolo, estão descritas em um POP de Processamento Mínimo dos Vegetais, que não é obrigatório na legislação, mas é recomendado;

g) Controle da potabilidade da água – visa garantir que a água utilizada no processamento esteja livre de contaminantes que possam comprometer a qualidade e a segurança dos vegetais durante o processamento. São instruções de verificação da concentração do cloro residual livre (CRL) na faixa de 2 a 5 ppm e as ações corretivas necessárias, isto é, se a concentração de cloro estiver fora desta faixa, é necessário um procedimento que corrija esse problema. Como proposta, este procedimento de correção pode ser uma tabela onde a primeira linha contenha valores da concentração verificada variando de 0 a 2,5 ppm espaçados de 0,1 em 0,1 unidades e, na coluna, o volume de água a ser clorado no reservatório. Os elementos internos da tabela são os valores em mililitros de solução de hipoclorito de sódio a 5 ou 10% (concentrações comercialmente disponíveis) necessária para atingir o limite de 5ppm de CRL da faixa de potabilidade;

h) Programa de recolhimento de produtos finais não-conformes – procura minimizar o impacto de que produtos não-conformes (fora das especificações que garantam a qualidade e segurança) distribuídos aos varejistas/restaurantes sejam consumidos por seus clientes. São instruções que viabilizem a rápida localização e recolhimento destes produtos pelas empresas processadoras. Propõe-se que esta identificação seja pelo número do lote que deve estar atrelado à nota fiscal (ou nota de pedido) dos produtos entregues. Com uma simples planilha, consegue-se pelo número do lote identificar os varejistas/restaurantes que os receberam e contabilizar a quantidade de produtos, o que facilita a comunicação do problema a estes clientes, um levantamento de produtos para a troca e o planejamento eficiente do itinerário de distribuição.

Tais procedimentos são denominados Procedimentos Operacionais Padronizados (POP). São cinco as etapas para a implantação destes POP nas agroindústrias de processamento mínimo de vegetais, a saber:

a) Levantamento das atividades realizadas dentro das agroindústrias – Todas as atividades operacionais onde a padronização dos procedimentos é necessária devem ser descritas, como por exemplo, as atividades relacionadas à higienização (preparo de soluções, tempo de contato, etc.). Esse levantamento serve como guia na organização dos documentos a serem confeccionados.

b) Confecção dos procedimentos em formulários padronizados, inclusive as planilhas de registros – Alguns itens são imprescindíveis de serem descritos em um POP. Dessa maneira, convencionam-se formulários padronizados com os itens para serem descritos para se visualizar mais eficientemente o formato de um POP.

c) Validação dos POP escritos – Este é um dos aspectos mais importantes para garantir que o POP expresse exatamente aquilo que é realizado. A validação consiste basicamente na execução *in loco* das atividades pelos funcionários responsáveis e na comparação com o que foi escrito. Qualquer discrepância deve ser corrigida, levando-se sempre em conta os requisitos técnicos da atividade em questão.

d) Treinamento de todos os funcionários que executam as atividades descritas em cada um dos POP – Nem sempre todos os funcionários envolvidos estão cientes dos detalhes da execução de um determinado procedimento. O treinamento serve para mostrar a cada um dos envolvidos na operação que o procedimento e os seus registros existem, que devem ser seguidos à risca e que as variáveis devem ser registradas. O treinamento é uma prova para que o funcionário esteja ciente de que tem responsabilidades e direitos (como é o caso do uso de equipamentos de proteção individual).

e) Revisão periódica (ou sempre que necessário) dos POP – Com o passar do tempo, alguns procedimentos podem vir a sofrer modificações em seu conteúdo. Assim, essas modificações deverão ser corrigidas imediatamente em uma nova revisão. Todos os passos anteriormente descritos deverão novamente ser obedecidos.

Alguns dos oito procedimentos listados são considerados como Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional, conforme será verificado no item seguinte.

3.2.2.3 Os Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO)

Os PPHO são um roteiro estabelecido pelas BPF que detalham uma seqüência específica de eventos necessários para realizar tarefas relacionadas à disposição adequada de produtos contaminados, prevenção de contaminação direta ou cruzada de alimentos e de re-estabelecimento das condições sanitárias necessárias para a o processamento seguro dos alimentos. São também chamados de Boas Práticas de Higiene (BPH) e junto com os programas de BPA e BPF reúnem todos os pré-requisitos necessários.

Os PPHO são divididos em PPHO pré-operacionais (procedimentos realizados diariamente antes de iniciar as atividades de processamento) e PPHO operacionais (procedimentos realizados diariamente durante as atividades de processamento), tendo os seguintes procedimentos básicos:

a) PPHO Pré-operacionais:

1) Descrição de desmontagem de equipamentos e montagem de equipamentos antes e após a limpeza, respectivamente, incluindo as instruções de para a limpeza, assim como as dosagens dos produtos químicos permitidos a serem utilizados;
2) Instruções do processo de desinfecção, incluindo a concentração, a descrição do agente químico utilizado e os procedimentos de desinfecção nas superfícies de contato (utensílios, equipamentos e instalações).

b) PPHO Operacionais:

1) Descrição dos procedimentos necessários de sanitização (limpeza e desinfecção) de equipamentos e utensílios utilizados durante o processamento dos alimentos;
2) Descrição dos procedimentos de higiene dos funcionários, tais como limpeza de uniformes, aventais, botas e luvas, utilização de toucas para cabelo, lavagem de mãos, saúde dos manipuladores entre outros;
3) Manuseio de matérias-primas e produtos finais em suas áreas restritas, assim como os utensílios utilizados, no sentido de se evitar a contaminação cruzada.

Além dos itens descritos acima, os PPHO devem conter a freqüência das operações, os responsáveis pela sua implantação e monitoração e as assinaturas no documento formalizado do responsável em implementá-los e atualizá-los.

Os PPHO são fundamentais para a garantia da qualidade dos vegetais minimamente processados, uma vez que eles criam registros das atividades fundamentais no controle da inocuidade do processo, garantindo o sucesso na padronização das atividades e proporcionando condições que permitam a rastreabilidade, no caso da ocorrência de alguma não-conformidade.

Entre os POP obrigatórios estabelecidos pela ANVISA, considera-se que cinco deles são um caso particular de PPHO, como a seguir:

a) Higiene e saúde dos manipuladores

b) Manejo dos resíduos

c) Controle integrado de vetores e pragas urbanas

d) Higienização das instalações, equipamentos, móveis e utensílios

e) Controle da potabilidade da água

Dentre os procedimentos acima, um deles, o de higienização de instalações, equipamentos, móveis e utensílios, merece especial atenção em função da sua criticidade para a qualidade e a segurança dos vegetais minimamente processados. É importante ressaltar que o protocolo proposto a seguir é específico para a sanitização dos equipamentos, utensílios e móveis (bancadas) utilizados no processamento mínimo de vegetais.

<u>Pré-lavagem</u> – A pré-lavagem dos equipamentos e utensílios com água é responsável pela retirada de 90% das sujidades presentes. A água de pré-lavagem deverá ser previamente clorada (as águas recebidas tratadas já são cloradas, dispensando cloração adicional).

<u>Lavagem com detergente neutro</u> - Em função da composição química simples presente nos vegetais e frutas, utiliza-se detergente neutro concentrado para com esfregação por meio de escovas com cerdas plásticas.

Para as instalações, utiliza-se uma solução de detergente alcalino, específico para limpeza industrial e em dosagens conforme recomendação do fabricante. Alternativamente, pode ser utilizada uma solução de hidróxido de sódio (soda cáustica em escamas) a cerca de 1% peso/volume (dissolver 1.000 g de soda em 100 litros de água) à temperatura ambiente (a dissolução da soda cáustica libera grande quantidade de calor). Mas atenção: para manipular esta solução de soda, é obrigatório o uso de luvas de borracha, avental de borracha e máscara facial, evitando qualquer contato da solução com a pele. A lavagem deve ser

realizada cuidadosamente por meio de esfregões nas paredes e pisos. Enxaguar com água tratada.

Desinfecção – Apesar das duas etapas anteriores proporcionarem a completa remoção de sujidades e, assim, uma razoável redução da quantidade de microrganismos viáveis eventualmente presentes no equipamento ou utensílio, esta etapa de desinfecção é que determinará a efetiva destruição de microrganismos.

Uma eficiente desinfecção será alcançada se as etapas anteriores de remoção de sujidades forem adequadamente executadas. O agente desinfetante recomendado é o hipoclorito de sódio[4]. Para desinfecção de utensílios e equipamentos, essas soluções deverão ser diluídas a 1 para 1.000 (solução a 100 ppm). Para a desinfecção de pisos e paredes, a diluição será de 2 para 1.000 (solução a 200 ppm). Recomenda-se um tempo de contato entre 10 e 15 minutos entre a solução clorada e o material a ser desinfetado. Para a lavagem de utensílios, pode ser reservado um tanque de dimensões adequadas para a imersão de peças de equipamentos a serem higienizadas e desinfetadas por meio de imersão.

Todo o material, após o contato preconizado com soluções desinfetantes, deve ser enxaguado com água corrente tratada, para que sejam eliminados todos os resíduos do agente desinfetante.

Não existe qualquer etapa na tecnologia de PMV que inclua um tratamento térmico capaz de diminuir ou eliminar a carga microbiana inicial ou aquela que entra em contato com o produto durante as etapas de colheita, de transporte do campo para a planta de processamento, de manipulação durante a seleção e embalagem ou por meio do contato direto de superfícies (esteiras, bancadas, caixas, centrífugas, entre outros). Isto faz com que os procedimentos de higiene durante a produção dos VMP (guiados pelos PPHOs), de segregação de área externas e internas e condições das instalações que previnam contaminação cruzada (guiados pelas BPA e BPF) sejam extremamente importantes para a minimização desta contaminação

[4] Não se recomenda o uso de soluções de cloro que são vendidos a granel em garrafas usadas de refrigerantes, uma vez que não têm nenhuma garantia da concentração do princípio ativo e de sua origem. O uso de água sanitária de boa qualidade pode ser considerado, mas com um custo maior comparadas com as soluções comerciais de hipoclorito de sódio.

Deste modo, a desinfecção dos vegetais durante o processamento tem por objetivo diminuir a microbiota deteriorante em níveis aceitáveis e eliminar a microbiota patogênica. Para isso, os vegetais são imersos em uma solução aquosa contendo o agente desinfetante na concentração e o tempo de contato necessário para o processo de desinfecção. O quadro 3.2 mostra os principais agentes desinfetantes utilizados e suas formas de utilização. Muitas empresas têm usado o ozônio como um processo combinado com os outros agentes. Devido a sua alta volatilidade, o "banho de ozônio" desinfeta ao mesmo tempo em que enxágua o vegetal do desinfetante utilizado na etapa anterior, sem deixar resíduos em sua superfície.

Quadro 3.2 - Desinfetantes utilizados para o processamento mínimo de vegetais

Agente desinfetante	Concentração	Tempo de contato
Dióxido de cloro	50 ppm	10 minutos
Hipoclorito de sódio/pH 6-8	100 ppm	15 minutos
Ácido perclórico	80 ppm	5 minutos
Ozônio	0,5-5 ppm	5 minutos

ppm = partes por milhão, ou o equivalente a mg/L
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de SREBERNICH (2007); XU (1999)

Todas as agroindústrias de processamento mínimo de vegetais devem implementar, necessariamente, o Manual de Boas Práticas de Fabricação e , no mínimo, todos os oito POPs listados. Este conjunto de documentos faz parte do sistema de gestão da qualidade e segurança dos vegetais minimamente processados e é o direcionador de como a gestão poderá ser conduzida nestas empresas. Estes documentos estabelecem a política da qualidade da empresa, as operações necessárias para a entrega de um VMP de qualidade, a definição dos responsáveis de cada operação, as suas inter-relações e a verificação de como elas estão ocorrendo. E são estas inter-relações que demonstram a necessidade de um caráter sistêmico de todos os processos para a garantia da qualidade dos VMP, e, portanto, de um sistema de gestão da qualidade e segurança dos VMP.

3.2.2.4 O Sistema APPCC e suas limitações para as agroindústrias de VMP

A gestão da qualidade e da segurança dos vegetais minimamente processados é definida como o planejamento e implementação de forma sistemática, no campo, no processamento, no transporte e na sua distribuição no varejo ou mercado institucional, de um conjunto de condições e medidas que

minimizem o risco de prejuízo à saúde do consumidor na ingestão do VMP, gerando sua confiança, e construindo reputação da marca, e transformando os VMP como um bem de crença.

O sistema que garante a segurança de alimentos de reconhecimento mundial é a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). A base do sistema APPCC é uma adaptação do método de análise de modo e efeito de falhas (FMEA) e foi desenvolvida em 1959 pela *Pillsbury Company* com a cooperação e participação da Agência Espacial Norte-americana (NASA), os Laboratórios Natick do exército norte-americano e do grupo do laboratório espacial da aeronáutica norte-americana. O objetivo principal do desenvolvimento desse sistema foi garantir que os alimentos processados e destinados aos astronautas não estivessem contaminados por perigos físicos, químicos e/ou microbiológicos, cujas presenças poderiam fazer com que a missão espacial fosse abortada ou tivesse um final catastrófico.

Este sistema tem foco definido na garantia da segurança dos alimentos, sem que outras dimensões da qualidade dos alimentos, como os atributos sensoriais, sejam levados em conta. Apesar de ser recomendada a implementação do sistema APPCC desde 1993 em todas as empresas processadoras de alimentos no âmbito do Ministério da Saúde (produtos de origem vegetal), não se verifica a adesão desta recomendação por grande parte das empresas do país e do mundo. A falta de implantação deste sistema nas empresas pode ser devido a existência de várias barreiras técnicas, sendo as principais causas a falta de tempo e motivação dos colaboradores, de percepção dos benefícios, de entendimento de seus princípios, de comprometimento na sua implantação, a falta de competência dos colaboradores para implementá-lo e operá-lo, de recursos financeiros, da falta de recursos por parte do Estado para validá-lo e da ausência de requisitos legais.

Este sistema APPCC é estruturado por cinco etapas preliminares e sete princípios conforme a seguir, é específico por produto e composto de atividades de controle e monitoramento de perigos que são planejadas no que se chama de Plano APPCC. Como não é o objetivo deste livro o aprofundamento neste sistema de segurança, outros detalhes de seu funcionamento podem ser obtidos em literaturas específicas.

Etapas preliminares:

Etapa 1 - Montar a equipe de APPCC;
Etapa 2 – Descrição do alimento e sua distribuição;
Etapa 3 – Identificar o uso pretendido e os consumidores do alimento;
Etapa 4 – Construção do fluxograma de processo;
Etapa 5 – Confirmação *in loco* do fluxograma de processo;

Princípios do APPCC:

Princípio 1 – Condução da análise de perigos;
Princípio 2 – Determinação dos pontos críticos de controle (PCC);
Princípio 3 – Estabelecimento de limites críticos para cada PCC identificado;
Princípio 4 – Estabelecimento de um sistema de monitoração para cada PCC;
Princípio 5 – Estabelecimento de ações corretivas;
Princípio 6 – Estabelecimento de procedimentos de verificação;
Princípio 7 – Estabelecimento de procedimentos de documentação e manutenção de registros.

Para o sucesso da implantação, gerenciamento e manutenção do sistema APPCC, ele deve ser estabelecido sobre quatro pilares principais: comprometimento, educação e treinamento, disponibilidade de recursos e pressões externas. O comprometimento diz respeito ao envolvimento dos gestores e da força de trabalho em todas as etapas deste processo. A educação e o treinamento se tornam uma condição essencial, uma vez que a aplicação de todos os princípios são atividades exclusivamente técnicas que demandam um conhecimento profundo das etapas de processamento de um alimento, das condições que favorecem a ocorrência e/ou desenvolvimento de microrganismos e suas toxinas, perigos químicos e físicos nestas diversas etapas, dos níveis destes perigos que devem estar sob controle e dos métodos necessários para controlar estes níveis e/ou prover as ações corretivas necessárias para que o alimento final esteja seguro. A disponibilidade de recursos financeiros, humanos (equipe treinada e motivada), de tempo (estudos para desenvolvimento do plano, reuniões e testes) e físicos (instalações adequadas e equipamentos de monitoramento) são igualmente essenciais. As pressões externas dizem respeito às necessidades de mercado e legais. No Brasil, a única imposição legal da implantação do sistema APPCC é para os estabelecimentos habilitados para a exportação de carnes e produtos cárneos, o que caracteriza um requisito de mercado. Este não é o caso do processamento mínimo de vegetais.

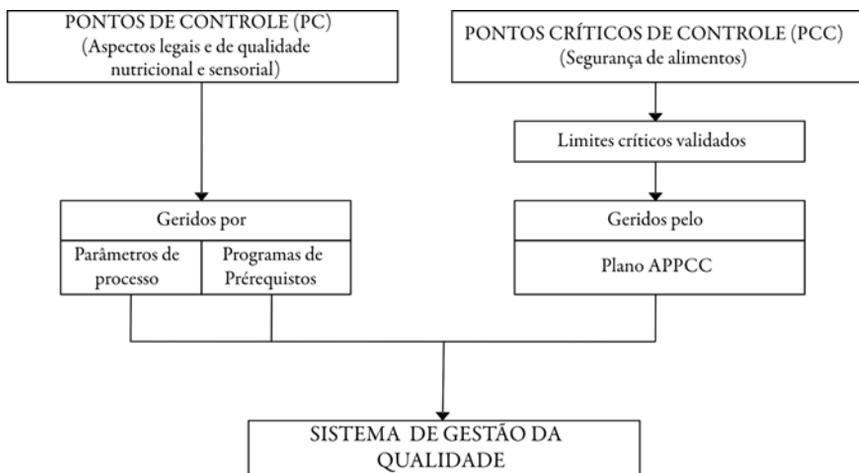
Uma das questões essenciais para o sucesso da implantação de planos de APPCC é a capacidade que a equipe formada tem em relacionar os PPR com o plano APPCC. Assim, como os PCC nos planos de APPCC, os controles dos PPR são chamados de pontos de controle (PC). Assim como os PCC, os PC afetam a qualidade de um produto alimentício, entretanto em proporção menor. Ambos, PC e PCC, são pontos de etapas do processamento de alimentos que fazem parte de um sistema de gestão da qualidade, cujas variáveis do processo são medidas, registradas e comparadas com os parâmetros de processo e os limites críticos dos PC e PCC, respectivamente, e que em caso de desvios, geram ações corretivas específicas. A grande diferença entre estes pontos é que no caso dos PCC, não haverá nenhuma etapa de processamento posterior que elimine ou reduza em níveis aceitáveis um ou mais perigos que já estavam presentes no alimento ou que o contaminaram posteriormente. A figura 3.3 mostra a relação existente entre PC e PCC.

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de MORTIMORE (2001)

Figura 3.3 - Relações entre PC e PCC no Sistema de Gestão da Qualidade

As vantagens da implementação do sistema APPCC se alinham bastante às vantagens teóricas da implementação de qualquer sistema de gestão da qualidade. Entretanto, a grande maioria das empresas de processamento mínimo de vegetais no Brasil é de pequeno porte e, na prática, existem muitas as dificuldades na sua implantação por questões culturais ou mesmo por esbarrar em questões relacionadas à falta de expertise interna e à necessidade de focar recursos financeiros e humanos para a atividade fim, tornando-se desvantajoso para estas empresas, como mostrado no Quadro 3.3.

Observa-se que as empresas de processamento mínimo possuem condições internas que inviabilizam a efetiva implementação de um sistema APPCC. Entretanto, devido às características das matérias-primas, às suas condições de produção e processamento e às operações específicas e complexas envolvidas na obtenção dos VMP, é necessário que estas empresas possuam um sistema, em substituição do APPCC, que consiga gerir as operações que garantam a qualidade e a segurança destes produtos. Ao mesmo tempo, este sistema deve ter um desenho que se alinhe às necessidades específicas da cadeia e que seja viável sob o ponto de vista das limitações de seus recursos financeiros e humanos. O capítulo 7 explora e detalha uma proposta deste sistema.

Quadro 3.3 - Desvantagens da implementação do sistema APPCC nas empresas de VMP e suas causas

<table>
<tr><th>Desvantagens</th><th>Causas</th></tr>
<tr><td>Uso intensivo de recursos durante o desenvolvimento do sistema APPCC.</td><td rowspan="3">Necessidade de focar os recursos financeiros e humanos já limitados para as funções de produção</td></tr>
<tr><td>Percepção de complexidade e burocracia – muitas pequenas empresas encaram o sistema APPCC como complicado e burocrático.</td></tr>
<tr><td>Os custos de treinamentos contínuos num contexto de alta rotatividade de funcionários, típicos em pequenas empresas de alimentos, podem ser proibitivos para muitas destas empresas.</td></tr>
<tr><td>Necessidade de ser validado para garantir a eficácia.</td><td rowspan="4">Falta de expertise interna</td></tr>
<tr><td>Dificuldade de prever todos os perigos introduzidos aos alimentos por sutis variações no processo aparentemente padrão, necessitando, portanto de cuidados e atualizações constantes.</td></tr>
<tr><td>É necessário muito conhecimento técnico para implementar o sistema APPCC.</td></tr>
<tr><td>Falta de conhecimento e treinamento adequado – muitas empresas pequenas não sabem o que é APPCC ou não têm conhecimento e treinamento internamente sobre os riscos associados aos seus procedimentos para por em prática ou manter controles efetivos baseados nos princípios do APPCC.</td></tr>
</table>

Fonte: Elaborado pelos autores

Capítulo 4

EMBALAGEM

Claire I. G. L. Sarantópoulos

O princípio de conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas por meio de embalagens com atmosfera modificada é diferente daquele dos produtos que não respiram como carnes, massas, queijos e outros. No caso de alimentos que respiram, a tecnologia visa retardar a respiração, o amadurecimento, a senescência, a produção e a sensibilidade ao etileno, a perda de clorofila, a perda de umidade, as alterações de textura, o escurecimento enzimático, o desenvolvimento de microrganismos, os danos pelo frio e as alterações de qualidade advindas destes processos.

O controle dos processos fisiológicos é a chave para conservação de frutas e hortaliças frescas e pode ser feito pela embalagem. Ela determina a atmosfera ao redor do produto, que pode retardar o seu metabolismo e, conseqüentemente, preservá-lo.

4.1 Modificação da atmosfera nas embalagens

A modificação da atmosfera da embalagem plástica que acondiciona um produto que respira pode ser obtida passivamente, apenas pelo fechamento hermético da embalagem, ou por meio de uma evacuação parcial ou total. Também pode ser obtida ativamente, pela injeção de uma mistura gasosa específica na embalagem. Em ambos os casos, um material plástico com características de permeabilidade a gases específicos para cada hortaliça ou fruta deve ser utilizado. A modificação passiva ou ativa da atmosfera na embalagem visa criar uma atmosfera ao redor do produto que minimize a atividade fisiológica do vegetal, sem lhe causar danos.

A partir do momento em que um produto vegetal fresco é acondicionado e fechado dentro de uma embalagem plástica, sem que tenha sido feita uma injeção de mistura gasosa, a concentração de O_2 no espaço-livre da embalagem tende a decrescer enquanto a de CO_2 se elevar, em decorrência da respiração. Devido às diferenças de concentrações de O_2 e CO_2 dentro e fora da

embalagem ocorre uma permeação destes gases através do material. Durante a estocagem, uma atmosfera de equilíbrio, diferente do ar, tende a se estabelecer em função de um equilíbrio entre a permeação de gases através da embalagem e a respiração do produto. Este fenômeno é conhecido como modificação passiva da atmosfera no interior da embalagem (Figura 4.1).

Quando a atmosfera é modificada pouco antes do fechamento da embalagem, por meio da injeção de uma mistura gasosa adequada (modificação ativa da atmosfera), uma atmosfera modificada é atingida imediatamente e pode se manter estável dependendo da compatibilidade entre a taxa de respiração do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem (Figura 4.1). Quando a taxa de permeabilidade aos gases da respiração estiver compatibilizada com a taxa de respiração do produto na atmosfera injetada, esta atmosfera será igual à de equilíbrio durante a estocagem, caso não haja flutuações de temperatura e/ou crescimento microbiológico no produto. A vantagem deste sistema é que a atmosfera de equilíbrio é atingida mais rapidamente, o que mantém a qualidade inicial do produto por mais tempo.

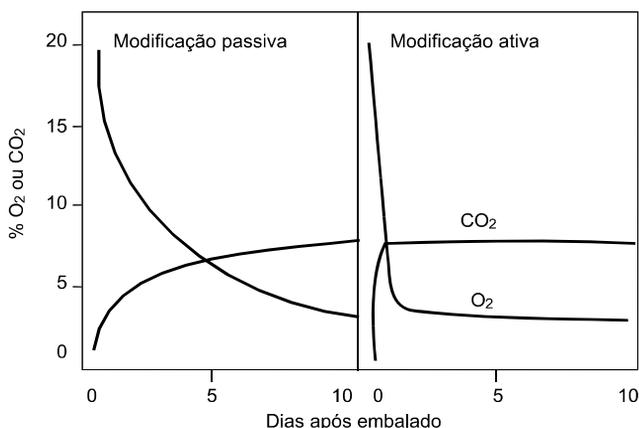



Figura 4.1 - Mudanças relativas nas concentrações de CO_2 e O_2 durante o processo de modificação passiva e ativa da atmosfera no interior da embalagem plástica que acondiciona um vegetal

A composição dessa *atmosfera de equilíbrio* é função da taxa de permeabilidade a gases do material, da área da embalagem, da massa de produto, da taxa de respiração do vegetal e da temperatura. Assim, no caso de modificação ativa da atmosfera, nem sempre a composição da mistura injetada é aquela obtida na atmosfera de equilíbrio, que sempre vai depender da correlação entre a

permeação de gases pela embalagem e a respiração do produto minimamente processado.

Saber qual é a atmosfera que resulta em menor atividade fisiológica sem riscos de danos ao vegetal e, obtê-la dentro da embalagem é um grande desafio da produção de hortaliças e frutas minimamente processadas. Se for utilizada uma embalagem com permeabilidade a gases muito alta para certo produto ocorrerá pouca ou nenhuma modificação da atmosfera ao seu redor e a deterioração ocorrerá na mesma velocidade em que ocorre em ar ambiente. Se tiver sido injetada uma atmosfera modificada nesta embalagem, esta atmosfera será rapidamente diluída pelas trocas gasosas com o ar, através da embalagem muito permeável (Figura 4.2 (a)). Se, pelo contrário, for especificada uma embalagem com permeabilidade muito baixa, a concentração de O_2 na embalagem cairá muito rapidamente e o CO_2 poderá se acumular, atingindo níveis que causem danos às hortaliças, induzindo à respiração anaeróbia, acelerando a deterioração, comparativamente à que ocorreria em ar (Figura 4.2 (b)). Contudo, se a permeabilidade do material de embalagem for corretamente especificada, a atmosfera de equilíbrio desejada poderá ser atingida e mantida, prolongando a vida útil do produto (Figura 4.2 (c)).

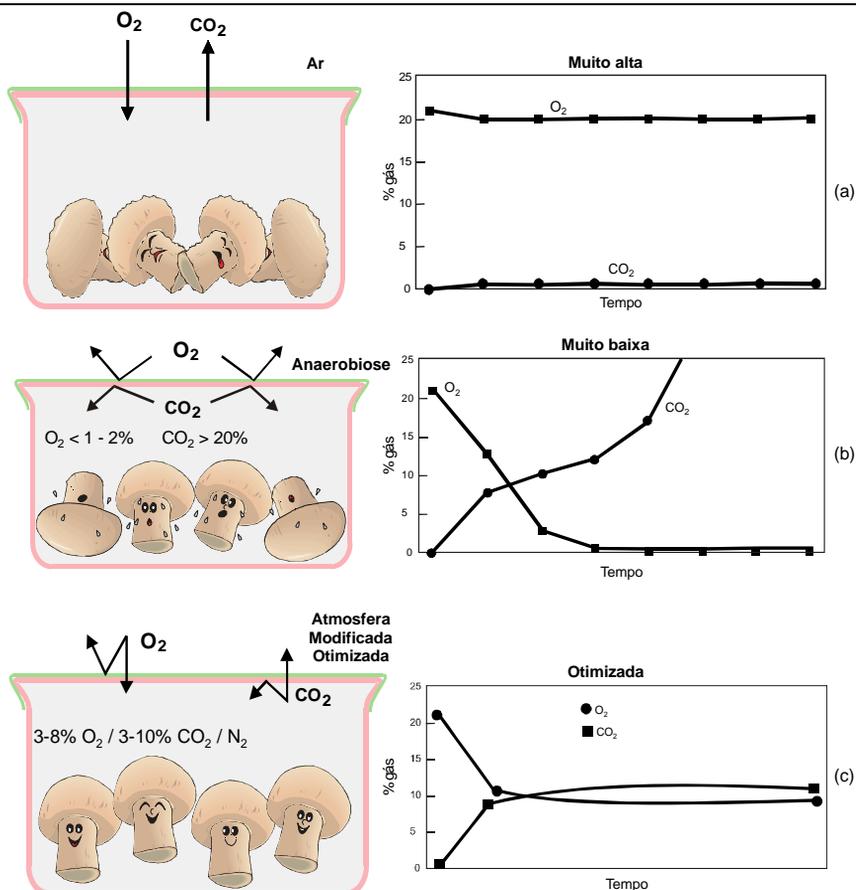



Figura 4.2 - Representação esquemática de três situações que podem ocorrer dentro de embalagens com atmosfera modificada para produtos que respiram, em função da taxa de permeabilidade a gases das embalagens e da taxa de respiração da hortaliça

4.2 Especificação da embalagem

A especificação de um sistema de embalagem com atmosfera modificada para hortaliças minimamente processadas requer a otimização de parâmetros relacionados à embalagem, ao produto e ao ambiente de estocagem e comercialização.

Quanto à embalagem devem ser considerados:

- as taxas de permeabilidade ao oxigênio, gás carbônico e vapor d'água;

- a hermeticidade do fechamento da embalagem;
- a área superficial da embalagem em relação à massa de produto;
- o volume do espaço-livre no interior da embalagem;
- a injeção (ou não) de gases na embalagem;
- a adição de absorvedores (a fim de reduzir os conteúdos de etileno, CO_2, O_2 e vapor d'água).

As características do produto são importantes na especificação da embalagem, pois irão determinar o consumo de oxigênio e a liberação de gás carbônico pelo vegetal dentro da embalagem. Portanto, devem ser consideradas na escolha da embalagem certas características do produto que afetam sua taxa de respiração, tais como:

- a variedade da hortaliça ou fruta;
- o grau de desenvolvimento/maturação;
- as técnicas de pós-colheita utilizadas;
- o tipo de corte aplicado ao vegetal;
- a severidade do processamento mínimo;
- e o peso líquido na embalagem.

Os fatores ambientais que afetam a fisiologia do vegetal ou a permeabilidade da embalagem também devem ser considerados, a exemplo de:

- temperatura de estocagem e comercialização;
- exposição à luz na comercialização;
- o *stress* mecânico decorrente do manuseio e transporte.

Por fim, se forem utilizadas embalagens ativas, a exemplo de absorvedores de etileno, a reatividade de absorvedores incorporados em polímeros ou na forma de saches deve ser conhecida e controlada.

A embalagem deve apresentar uma taxa de permeabilidade a gases compatível com a respiração do produto minimamente processado, como discutido no item 4.1 e na Figura 4.2

A taxa de permeabilidade ao vapor d'água deve prevenir a perda de umidade do produto durante a estocagem. Esta perda implicará em perda de massa e alteração das características sensoriais, especialmente da aparência. Por outro lado, se a barreira à umidade for excessiva, favorecerá a condensação de umidade na embalagem, o que prejudica o apelo visual do produto para

comercialização e também favorece a deterioração microbiológica. A permeabilidade ao vapor d'água depende da temperatura e da umidade relativa do ambiente estocagem.

Os distintos materiais plásticos apresentam diferentes taxas de permeabilidade a gases e ao vapor d'água. Contudo, quando se aumenta a espessura de qualquer material plástico, menor a permeação, com exceção dos filmes revestidos.

Vale à pena ressaltar a importância do tamanho da embalagem no acondicionamento dos produtos que respiram, como as hortaliças e as frutas frescas. As trocas gasosas do interior da embalagem com o ambiente externo se dão através da área da embalagem. Por outro lado, a produção e o consumo de gases da respiração estão associados à massa de produto. Assim a relação entre a área da embalagem e a massa do produto irá determinar a atmosfera modificada no interior da embalagem. Portanto, deve-se tomar cuidado com as mudanças de peso líquido na embalagem e com as alterações de dimensão da embalagem, que podem alterar a atmosfera modificada e, consequentemente, a qualidade e vida útil do produto minimamente processado.

O volume de gás no interior da embalagem também afeta a composição de gases da atmosfera modificada. Quando o volume do espaço-livre é pequeno as alterações na composição da atmosfera são mais rápidas. Este, em parte, é o conceito utilizado nas embalagens com atmosfera modificada passiva, onde é feito o vácuo parcial, que reduz a quantidade de ar na embalagem, o que acelera a modificação da atmosfera.

A integridade do fechamento da embalagem irá afetar a composição de gases em seu interior. Selagens herméticas são importantes para manter a composição gasosa na embalagem. Contudo, quando se deseja evitar a anaerobiose, as trocas gasosas através do fechamento podem ser importantes. Nos casos em que se aceita vida útil curta e há riscos de anaerobiose, a selagem não hermética pode funcionar como uma válvula de trocas gasosas.

A transparência é uma característica altamente desejável na embalagem de varejo para permitir uma boa visualização do produto pelo consumidor. Entretanto, produtos com alto teor de umidade e estocados em temperaturas baixas têm a tendência de formar gotículas na superfície interna da embalagem, quando a temperatura flutua, ou seja, aumenta e novamente abaixa. Esta condensação no interior da embalagem prejudica a aparência do produto embalado, reduzindo o apelo de compra. Assim, alguns filmes são tratados com

revestimentos e aditivos anti-embaçante (*anti-fog*), que minimiza o problema estético, pois a umidade irá condensar em forma de película de água e não na forma de gotículas.

4.3 Materiais de embalagem

Muitos tipos de embalagens plásticas são utilizados no mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas. Qualquer material de embalagem utilizado para estes produtos deve apresentar permeabilidade a gases compatível com a taxa de respiração da hortaliça, boas características de termossoldagem, a fim de evitar vazamento de gás, e resistência mecânica compatível com as máquinas de acondicionamento e com as condições de distribuição e comercialização do produto. A escolha do material de embalagem também depende do mercado, varejo ou institucional/industrial a que o produto se destina. As opções contemplam sacos, bandejas rígidas com tampas termosseladas ou de encaixe, bandejas envoltas por filmes termoencolhíves ou esticáveis, embalagens do tipo "*flow-pack*" e sacos em caixas, tipo "*bag-in-box*", para grandes porções.

Como materiais plásticos monocamada geralmente não podem proporcionar todas estas características requeridas para a vida útil longa do produto, a maioria das embalagens com atmosfera modificada de hortaliças minimamente processadas são estruturas multicamadas, coextrusadas ou laminadas, constituídas por diferentes materiais em que cada um proporciona uma propriedade específica à estrutura.

Como há grande diversidade nas taxas de respiração dos vegetais minimamente processados, para preservar o frescor destes produtos tem-se uma série de embalagens plásticas com diferentes barreiras a gases, que podem ser utilizadas tanto no caso de modificação passiva quanto ativa da atmosfera. Os materiais atualmente indicados para este propósito são:

- Polietilenos com diferentes densidades, inclusive os lineares de ultra baixa densidade e os produzidos com catalisadores metalocênicos;
- Filmes de copolímeros de etileno e vinil acetato - EVA, com diferentes teores de acetato de vinila;
- Misturas e coextrusão de poliolefinas com polímeros de altíssima permeabilidade como polibutadieno e polimetilpenteno;
- Filmes de polipropileno monocamada ou laminados ao polietileno;

- Filmes à base de BOPP, com diferentes espessuras e grau de orientação, laminados ou não;
- Filmes esticáveis de policloreto de vinila - PVC com diferentes teores de plastificantes;
- Filmes poliolefínicos com incorporação de materiais inorgânicos porosos para absorção de gases (a exemplo de zeólitos, *oya stone*, cristobalita);
- Filmes microperfurados (inclusive a laser) com diferentes tamanhos e números de microfuros por área de material (20 μm a 100 μm de diâmetro);
- Filmes coextrusados à base de poliamidas e polietilenos;
- Bandejas rígidas em PVC/PE, PS/PE ou PET/PE, termosseladas pelos materiais anteriormente mencionados ou à base de PET e PS com tampa de encaixe, com *design* que garanta a hermeticidade do fechamento.

A maioria destes filmes pode ser destinada a equipamentos automáticos tipo *form-fill-seal* verticais ou horizontais ou serem fornecidos como sacos para enchimento manual ou automático. Os materiais rígidos também podem ser fornecidos em chapas para máquinas automáticas ou já na forma de bandejas pré-formadas.

Uma das dificuldades com os materiais de embalagem para produtos que respiram é que apenas alguns deles apresentam permeabilidade a gases alta, o suficiente para ser compatível com a demanda de gases da respiração de muitas hortaliças minimamente processadas. A maioria dos filmes não resulta em atmosferas com concentrações ótimas de O_2 e CO_2. Uma solução é aumentar a permeabilidade dos plásticos com microperfurações ou provocar microporosidade no material, através da incorporação de cargas, para aumentar as trocas gasosas através do material de embalagem, adequando-o àqueles produtos com alta taxa de respiração e prevenindo o desenvolvimento de anaerobiose. Estas são alternativas para se proporcionar altas taxas de permeabilidade ao oxigênio, especialmente em aplicações onde a área superficial para troca de gases na embalagem é limitada, como nas embalagens de grandes porções.

Os filmes microperfurados podem ser usados em sacos ou como tampas termosseláveis de bandejas plásticas barreira a gases, tipo PET/PE. Neste caso, as trocas gasosas ficam praticamente restritas à tampa e ocorrem de maneira mais rápida do que seria possível através de tampas de filmes plásticos

convencionais. Filmes microperfurados a *laser* apresentam alta permeabilidade a gases, sem excessiva perda de umidade. Está em discussão, contudo, a possibilidade de recontaminação do produto através dos microfuros da embalagem.

4.4 Mercado nacional

No mercado brasileiro de produtos hortícolas minimamente processados ainda predomina a venda de hortaliças. Em geral as hortaliças folhosas como alface, rúcula, agrião e espinafre são comercializadas em embalagens flexíveis à base de BOPP/PE, PP/PE ou em filmes simples de PP ou PE com ou sem a tecnologia de atmosfera modificada ativa. A couve é uma das únicas folhosas que é comercializada em bandeja de poliestireno expandido envolta por filme esticável de PVC, devido à alta taxa de respiração deste vegetal, que requer filmes com altíssima permeabilidade aos gases, como o PVC. Algumas hortaliças como cebola, cenoura, acelga e beterraba, na forma individual ou em kits, também são comumente encontradas em bandejas de poliestireno expandido envoltas por filme de PVC. Batata e mandioca são, em geral, comercializadas em embalagens flexíveis a vácuo, normalmente à base de PA/PE. A evacuação da embalagem reduz o volume de oxigênio em seu interior, inibindo o escurecimento enzimático, que geralmente ocorre durante a distribuição sob refrigeração, eliminando a necessidade de imersão em sulfitos para preservação da cor. Contudo, a taxa de permeabilidade a gases destas embalagens deve ser adequadamente especificada, a fim de manter baixos níveis de oxigênio sem induzir processos fermentativos, ou seja, a permeabilidade do material de embalagem deve permitir a entrada de O_2 em uma taxa que compense o seu consumo pela respiração do produto, do mesmo modo que a saída de CO_2 deve permitir um equilíbrio com os níveis de CO_2 liberado na respiração.

As frutas minimamente processadas são comumente acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido com filme esticável de PVC ou em embalagens rígidas de PET ou PP com tampas de encaixe.

Nos últimos anos o Centro de Tecnologia em Embalagem do Instituto de Tecnologia de Alimentos (CETEA-ITAL) caracterizou os materiais de embalagem flexível encontrados no mercado brasileiro de produtos minimamente processados. Eles foram classificados em cinco categorias: filmes esticáveis de PVC, filmes de PEBD, filmes de PP, filmes laminados de BOPP/

PEBD ou apenas de BOPPcoex seláveis e filmes poliolefínicos termoencolhíveis.

Na Tabela 4.1 estas categorias são apresentadas com suas respectivas taxas de permeabilidade a gases. Com estes filmes pode-se obter a atmosfera de equilíbrio desejada para muitas frutas e hortaliças. Contudo, devido às diferenças na taxa respiratória dos vegetais e do efeito da temperatura na respiração e na permeabilidade, o tipo de filme requerido para se atingir uma determinada atmosfera de equilíbrio, deve ser definido para cada produto a uma temperatura de comercialização específica.

Os filmes esticáveis de PVC, dentre os filmes analisados, são altamente permeáveis aos gases da respiração. As embalagens com PVC esticável não são seladas hermeticamente, portanto, permitem trocas gasosas além da permeação. Assim, estas embalagens irão propiciar a obtenção de atmosfera modificada apenas em produtos de altíssima atividade respiratória, como é o caso de couve fatiada, cogumelo, aspargo, brócolis, etc. desde que o fechamento seja feito segundo as boas práticas de fabricação. Nesses filmes, a taxa de permeabilidade não está associada apenas à espessura, mas também à quantidade de plastificante (aditivo que confere a característica de estiramento). O tipo e o teor do plastificante afetam a permeabilidade, pois aumentam a mobilidade das cadeias, favorecendo a difusão de gases entre as macromoléculas do polímero.

Tabela 4.1 - Taxas de permeabilidade (TP) a gases de materiais de embalagem utilizados para produtos que respiram

Material	Espessura (µm)	TP cm³ (CNTP)/ (m². dia) @ 25°C/1atm	
		O_2	CO_2
PVC	10 – 20	6.500 – 15.000	-
PEBD	25 – 100	1.800 - 8.500	8.700 - 43.000
PP	25 – 65	1.500 - 4.000	3.500 - 10.000
BOPP/PE	14 – 32 / 32 – 80	1.000 - 2.000	2.700 - 6.000
Poliolefinas multicamadas	12 –18	10.000 - 15.000	26.500 -29.500

Os filmes de PEBD possuem baixo custo, certa transparência, mas lhes falta rigidez, resultando em uma apresentação pobre para o mercado de varejo. São mais utilizados no mercado institucional.

Os filmes de PP possuem baixo custo, boa transparência e brilho, rigidez superior a do PEBD, resultando em uma apresentação intermediária para o mercado de varejo. Contudo, tem uma faixa de temperatura de selagem muito estreita, o que implica em problemas de fechamento por excesso de fusão ou falhas de fusão, que na maioria das vezes resulta em perda de hermeticidade da embalagem. Os filmes de PP são menos permeáveis que os de PEBD. Muitas vezes são utilizados em embalagens com injeção de gás, comercializadas na forma “estufada” ou de “travesseiro”.

Os filmes laminados de duas camadas BOPP/ PEBD são materiais de custo mais elevado que os anteriormente citados, com excelente transparência e brilho, alta rigidez, podendo receber revestimento anti-embaçante, resultando em uma excelente apresentação para o mercado de varejo. Diferentemente dos filmes monocamadas, que têm impressão externa, os filmes laminados têm impressão reversa no BOPP ou “em sanduíche” na estrutura, o que lhes confere melhor aparência, pois o brilho do BOPP externo realça as cores da impressão. São filmes mais indicados para vegetais com atividade respiratória baixa ou intermediária. Podem resultar em injúria por anaerobiose em brócolis e rúcula. São embalagens usualmente utilizadas para injeção de gás e comercializadas na forma de “travesseiro”.

Os filmes poliolefínicos termoencolhíveis coextrusados apresentam alta resistência mecânica em baixa espessura, devido à combinação de resinas e de tecnologia de coextrusão e orientação. São filmes de altíssima permeabilidade para promover atmosfera modificada passiva em vegetais de alta atividade respiratória, evitando anaerobiose. Podem ser usados apenas para proteger o produto contra desidratação superficial, sem modificação da atmosfera. Alguns tipos apresentam propriedade anti-embaçante, o que é importante para a comercialização refrigerada.

SIGLA DE MATERIAIS DE EMBALAGEM

BOPP .... polipropileno biorientado
BOPP coex .... polipropileno biorientado coextrusado selável
PA .... poliamida (*nylon*)
PE .... polietileno
PEBD.............. polietileno de baixa densidade
PET .... poli(tereftalato de etileno)
PP .... polipropileno
PS .... poliestireno
PVC .... policloreto de vinila

Capítulo 5

EQUIPAMENTOS DE ACONDICIONAMENTO

Claire I.G.L. Sarantópoulos
Léa Mariza de Oliveira

O acondicionamento de hortaliças e frutas frescas em embalagens plásticas pode ser feito sem aplicação de gás, sob vácuo (parcial ou total) ou sob atmosfera modificada ativa. Quando não é feita a modificação ativa da atmosfera podem ser utilizadas embalagens rígidas, com tampas de encaixe, fechadas manualmente. O nível de hermeticidade do fechamento destas embalagens tampadas irá determinar a possibilidade de modificação passiva da atmosfera gasosa.

Os parâmetros críticos a serem observados no funcionamento de equipamentos para o acondicionamento em atmosfera modificada são:

- a eficiência na modificação da atmosfera;
- a qualidade das termossoldagens produzidas.

Dois sistemas podem ser usados para modificar a atmosfera nesses equipamentos:

- fluxo de gás (*gas flushing*); e
- evacuação com posterior injeção de gás.

No sistema de fluxo de gás, o ar de dentro da embalagem é substituído pela mistura gasosa desejada, por meio de um fluxo contínuo dessa mistura, que dilui o ar ao redor do produto, antes da embalagem ser termossoldada. A grande vantagem dessa técnica é a velocidade dos equipamentos. Por outro lado, uma limitação é a baixa eficiência da modificação, pois o teor de oxigênio residual típico, logo após o acondicionamento, é de 2 a 5%. Contudo, esta limitação não é crítica no caso de frutas e hortaliças frescas, para as quais se deseja normalmente concentrações de oxigênio acima de 2%.

No outro sistema o ar é extraído do interior da embalagem por um processo de vácuo e, em seguida, a pressão é equalizada com a injeção da mistura gasosa

desejada. Como o processo envolve duas etapas, a velocidade dos equipamentos que utilizam esta técnica é menor que a dos equipamentos de fluxo de gás. Entretanto, como o ar é totalmente removido, a eficiência deste processo quanto à modificação da atmosfera é maior comparativamente ao fluxo contínuo. Pode-se obter um teor de oxigênio menor que 1 %, logo após o acondicionamento.

Diferentes equipamentos são usados comercialmente para a modificação ativa da atmosfera, sendo que a opção depende do tipo de produto a ser acondicionado, da apresentação desejada, do mercado a ser atingido (varejo ou institucional), do volume de produção, do nível de automação e do investimento pretendido. Quando a modificação da atmosfera é feita pela aplicação de vácuo e, posterior injeção de ar é importante avaliar o nível de desidratação superficial que a evacuação poderá causar no vegetal. Especialmente no caso de hortaliças folhosas, produto muito sensível ao murchamento, deve-se considerar as diferentes tecnologias de aplicação de vácuo apresentadas pelos fabricantes de equipamentos.

Recomenda-se que a operação de acondicionamento seja feita a baixas temperaturas, preferencialmente a 5°C, dos produtos pré-resfriados a esta temperatura. Após o envase, o produto embalado deve ser armazenado o mais rapidamente possível, a temperaturas de 0 a 1° C para evitar problemas de condensação dentro da embalagem.

5.1 Equipamentos de modificação passiva da atmosfera

Estes são os equipamentos mais simples disponíveis no mercado e são utilizados, principalmente, para sacos pré-formados do tipo quatro soldas. Uma alternativa ao saco convencional são as embalagens auto-sustentáveis (*stand up pouch*) pré-formadas. O uso de bandejas, potes e copos pré-formados exige equipamentos com moldes específicos para o desenho de embalagem a ser utilizado. Assim, trata-se de equipamentos mais caros e menos flexíveis que as termosseladoras de saco.

Após o acondicionamento do produto é feita a termossoldagem de topo, em geral por meio de impulso elétrico. Neste tipo de termossoldagem os mordentes estão frios no início do ciclo de selagem. Fitas metálicas (resistências elétricas) são fixadas em ambos ou em apenas um dos mordentes de fechamento e são percorridas por um impulso elétrico quando os mordentes se fecham. O calor é então transferido para o material plástico que se funde,

promovendo o fechamento. As barras são mantidas pressionadas sobre o material de embalagem inclusive durante a etapa de resfriamento. As resistências elétricas costumam ser revestidas por uma fita de teflon para evitar que o material plástico fique ali aderido. Alguns equipamentos têm duas resistências em cada mordente que podem ser operadas simultaneamente ou não. A soldagem dupla aumenta a segurança com relação à integridade do fechamento.

Apesar do custo reduzido e da facilidade de operação, o equipamento exige manutenção constante do teflon e das resistências elétricas.

O usuário deste tipo de equipamento deve estar atento ao comprimento das barras de selagem que deve ser maior que o da boca do saco. Desta forma, evita-se "emendas" na termossoldagem, onde podem ser formados canais que intensificam as trocas gasosas entre o exterior e o interior da embalagem e podem permitir a contaminação microbiana, comprometendo a vida útil do produto.

5.2 Termosseladoras de sacos com bicos para sucção e injeção de gases

Neste tipo de equipamento, a modificação ativa da atmosfera na embalagem é feita por bicos que fazem a sucção do ar e posterior injeção da mistura gasosa. O equipamento opera com embalagens do tipo saco pré-formado. Aplica-se a embalagens menores de varejo ou porções maiores para o mercado institucional (escolas, restaurantes, hospitais e outras instituições). Nas grandes porções, os sacos podem vir abertos dentro de caixas de transporte, que facilita o manuseio durante o enchimento e fechamento da embalagem (Figura 5.1). Durante a operação de envase, a embalagem contendo o produto é fixada manualmente no equipamento e, quando o sistema é ativado, um ou dois bicos de sucção/injeção se movem para dentro do saco, evacuam o ar da embalagem, injetam o gás desejado, retraem-se e a embalagem é termosselada por impulso elétrico. Existem equipamentos mais simples em que o bico de sucção/injeção não é retrátil e sim fixo. Este sistema permite a fabricação de embalagens bem estufadas, tipo "almofada" ou "bola", preferida no Brasil para comercialização de hortaliças folhosas minimamente processadas.

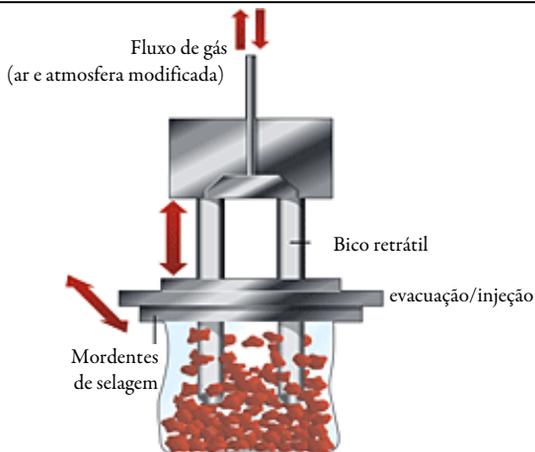



Figura 5.1 - Esquema básico de uma termosseladora com bico de sucção/injeção
(http//:www.airproducts.com.uk)

Não há limite de tamanho de embalagem para a utilização desse equipamento, sendo possível a execução de vários ciclos de evacuação e injeção antes da selagem, para garantir a eficiência da modificação da atmosfera, recurso particularmente útil para embalagens de grande capacidade. Uma desvantagem desse sistema é que ocorre certa compressão mecânica do produto pela embalagem durante a etapa de evacuação, o que pode limitar seu uso para produtos de textura delicada, como as hortaliças. Um recurso para evitar danos mecânicos ao produto é utilizar vários ciclos leves de sucção/injeção, modificando a atmosfera gradativamente dentro da embalagem.

Os equipamentos com bico de sucção podem ser utilizados no acondicionamento a vácuo total ao parcial de frutas e hortaliças. Para esta aplicação, o recurso de injeção de gás pode ser desligado ou mesmo inexistente no equipamento. Eles podem operar na posição vertical ou horizontal.

A velocidade de produção das termosseladoras com bico de sucção/injeção depende do tamanho da embalagem, mas geralmente a produção é baixa, de 1 a 2 embalagens/minuto. Um único operador pode operar mais de uma seladora durante a produção, mesmo com alimentação manual, devido ao tempo do ciclo de sucção/injeção/selagem. Em uma seladora com dois bicos, podem ser preparadas duas embalagens de varejo simultaneamente, o que aumenta a produtividade.

5.3 Equipamentos com câmara de vácuo e injeção de gases

Nestes equipamentos a modificação da atmosfera é feita em duas etapas: evacuação e injeção de gás. O vácuo é feito em uma câmara ou campânula e a injeção de gás é feita através de bicos de injeção fixos nas extremidades da câmara, próximos aos mordentes de termossoldagem. Utilizam-se embalagens pré-formadas do tipo saco. As embalagens contendo o produto são dispostas manualmente no interior da câmara, com a parte aberta do saco ao redor do bico de injeção. Fecha-se a câmara e o ciclo se inicia com a evacuação do ar de toda a câmara, inclusive o ar de dentro da embalagem é extraído por vácuo. Neste momento a embalagem expande, devido à redução da pressão no seu exterior, dentro da câmara de vácuo. Após o término do tempo de evacuação uma mistura gasosa é injetada através dos bicos e, posteriormente, as embalagens com gás são fechadas por um sistema de termossoldagem por impulso elétrico. Após a selagem é feita a ventilação da câmara, onde se estabelece uma pressão igual á pressão atmosférica local, assim a câmara se abre. Um esquema básico de máquina com câmara de vácuo e injeção de gases é apresentado na Figura 5.2.

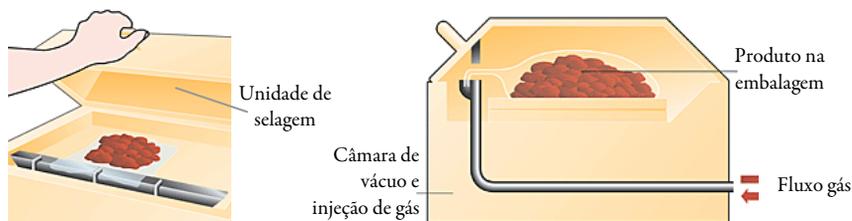



Figura 5.2 - Esquema básico de um equipamento de acondicionamento com câmara de vácuo e injeção de gases (http//:www.airproducts.com.uk)

Muitas vezes, nestes equipamentos, não é possível a produção de embalagens estufadas, tipo “almofada ou bola”, devido à limitação da pressão interna na embalagem.

Na especificação de uma máquina para modificação ativa da atmosfera na embalagem, vários itens que afetam o investimento, a produtividade da linha, a consistência de qualidade do processo de envase e a higienização da planta devem ser considerados:

- material construtivo da máquina (inox ou não) e dos mordentes,
- tamanho e número de câmaras de vácuo (uma câmara ou câmara dupla),

- alimentação manual ou semi-automática, com ajuste de altura da esteira ao mordente de selagem, dependendo da altura do produto,
- possibilidade de descarga automática,
- número de bicos de injeção,
- presença de barras magnéticas para alinhamento das embalagens no mordentes,
- diferentes números e disposições dos mordentes na câmara,
- mordentes com selagem simples ou dupla e com corte de rebarba,
- ajuste da altura da selagem dependendo do tamanho da embalagem,
- possibilidade de aquecimento de um ou dos dois mordentes,
- possibilidade de resfriamento do mordente com água,
- perfil do mordente de selagem (arredondamento para expulsar resíduos de produto etc.),
- nível de controle e automação (tipo de controle de vácuo, sistema de controle de tempo de evacuação / injeção de gás analógico ou digital, com ou sem programação de condições de acondicionamento, abertura e fechamento automático da câmara etc.),
- *design* e robustez para limpeza e higienização e
- nível de segurança e ergonomicidade para o operador entre outros fatores.

De maneira geral, os equipamentos com câmara de vácuo são versáteis, de fácil operação, mas de baixa produtividade. Máquinas de grande porte podem ter a câmara aberta por cima, podendo assim ser alimentadas de ambos os lados por uma esteira automática.

5.4 Equipamentos que enchem e fecham bandejas

Estes equipamentos utilizam embalagens rígidas pré-formadas, a exemplo de bandejas e copos. O tipo de fechamento mais comum para estas embalagens são os filmes plásticos fornecidos na forma de bobinas. A termossoldagem da tampa é feita por meio de barra aquecida que é mantida a uma temperatura constante, pré-determinada, durante todo o ciclo de termossoldagem. Quando a barra aquecida é pressionada sobre o conjunto filme/bandeja, o calor é transferido por condução através do filme promovendo a fusão das camadas selantes e o fechamento da embalagem.

Para modificação da atmosfera estes equipamentos utilizam o sistema de vácuo e injeção de gases. Existem no mercado equipamentos automáticos e semi-automáticos. Os automáticos são preferidos para altas produções sendo que a capacidade de produção depende das dimensões da embalagem e do tipo de produto acondicionado.

No caso de pequenos produtores, com grande variedade de produtos e dimensões/formatos de embalagens os equipamentos semi-automáticos são mais adequados, pois são mais flexíveis, possibilitando a troca de moldes com maior rapidez. Os equipamentos semi-automáticos podem operar com moldes para uma ou mais embalagens (Figura 5.3).

Figura 5.3 - Exemplo de equipamento semi-automático operando com molde de duas bandejas (http://www.arpachefestus.com/Athena.html)

5.5 Equipamentos que formam sacos, enchem e fecham

Esses equipamentos tradicionalmente formam embalagens tipo saco, com três termossoldagens, a partir de bobinas de filmes plásticos mono ou multicamadas (*form-fill-seal*). Podem ser verticais ou horizontais, sendo estes últimos mais conhecidos como equipamentos *flow-pack*. Ambos os sistemas trabalham com o material plástico na forma de bobina. Inicialmente é feita termossoldagem longitudinal do material, o que transforma o filme plano em um tubo. A modificação da atmosfera é feita por um fluxo contínuo de gás no interior do tubo que dilui o ar (Figuras 5.4 e 5.5). A seguir o tubo é termossoldado na transversal, o produto é introduzido, é feita uma segunda termossoldagem transversal e o corte, formando-se as embalagens individuais. Nos equipamentos do tipo *flow pack*, o produto pode acondicionado em bandejas que são colocadas no tubo antes da termossoldagem final.

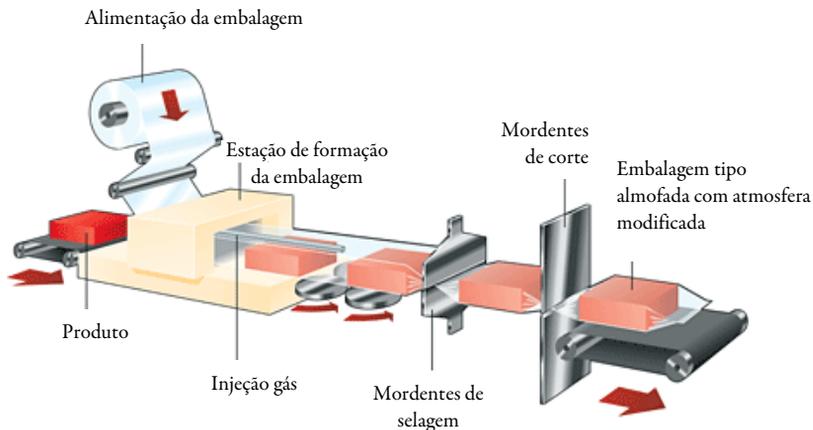



Figura 5.4 - Esquema básico de um equipamento horizontal que forma-enche–fecha (http//:www.airproducts.com.uk)

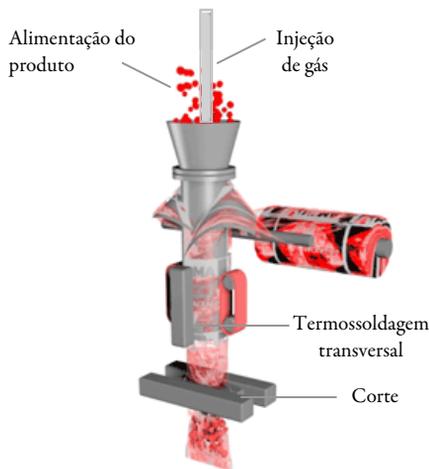



Figura 5.5 - Esquema básico de um equipamento vertical que forma enche–fecha (www.ulmapackaging.com/packaging-machines/vertical-vffs)

Filmes termoencolhíveis podem ser utilizados em máquinas horizontais. Neste caso, após a finalização das termossoldagens, a embalagem passa por um túnel de encolhimento, aderindo ao produto o que lhe confere excelente aparência. Este sistema é mais indicado para produtos mais rígidos e resistentes ao calor do encolhimento, sendo pouco utilizada para frutas e hortaliças minimamente processadas.

O sistema de modificação da atmosfera gasosa por meio de um fluxo de gás não é capaz de reduzir o teor de oxigênio a níveis muito baixos no caso de alimentos muito porosos. Esta pode ser uma vantagem para produtos que respiram, pois evita que o mesmo entre em um ciclo de anaerobiose que leva a uma rápida deterioração do alimento.

A grande vantagem no uso desse tipo de equipamento é a versatilidade proporcionada na troca de produtos e embalagens (formatos e dimensões) que costuma ser rápida, não exigindo muito tempo de parada de máquina.

Uma variação ao saco com três soldas formado em máquina horizontal é a embalagem auto-sustentável. Neste tipo de equipamento o material de embalagem é dobrado, termosselado na transversal e o fundo é formado. O produto é acondicionado na embalagem e, em seguida, é feita a modificação da atmosfera utilizando vácuo seguido de injeção da mistura gasosa. Imediatamente, após a injeção do gás, a embalagem é fechada no topo por uma termossoldagem longitudinal.

Nos equipamentos que formam enchem e fecham a embalagem é mais indicado o uso de dosadores de produtos fechados, como os de rosca, onde já é feito um pré-fluxo de gás. Neste segmento é comum a adaptação de máquinas tradicionais para uso com atmosfera modificada, inserindo-se um sistema de injeção de gás que pode vir acompanhado de um sistema de monitoramento do gás injetado. Geralmente, são equipamentos que apresentam de média a alta produtividade.

Os equipamentos horizontais e também os verticais cuja termossoldagem do filme é feita pelo sistema de barra aquecida apresentam limitações quanto ao uso de misturas gasosas contendo teores de oxigênio maiores que 21%, devido ao risco de combustão.

Os equipamentos horizontais são utilizados principalmente para frutas, vegetais, produtos secos, carnes cozidas e queijos, enquanto os verticais se adéquam principalmente às saladas, queijo ralado ou em fitas e produtos secos.

5.6 Termoformadoras que enchem e fecham bandejas automaticamente

Estas máquinas destinam-se a linhas de alta produtividade, pois em um só equipamento é possível formar, encher e fechar a embalagem. O material da embalagem plástica tampa e fundo, vem na forma de bobinas, que alimentam estas máquinas. Equipamentos do tipo *thermoform-fill-seal* produzem

embalagens que consistem de uma bandeja plástica rígida, semi-rígida ou flexível, termoformada, fechada hermeticamente pela termossoldagem de uma tampa flexível. São indicados para embalagens com atmosfera modificada para venda no varejo, devido à excelente apresentação e conveniência.

Os estágios básicos de operação desse equipamento são (Figura 5.6): alimentação dos materiais de embalagem (chapa ou filme para bandeja e filme para a tampa), termoformação da bandeja, alimentação manual ou automática do produto na bandeja, evacuação, injeção da mistura gasosa, termossoldagem do filme da tampa na bandeja, corte e descarregamento das embalagens.

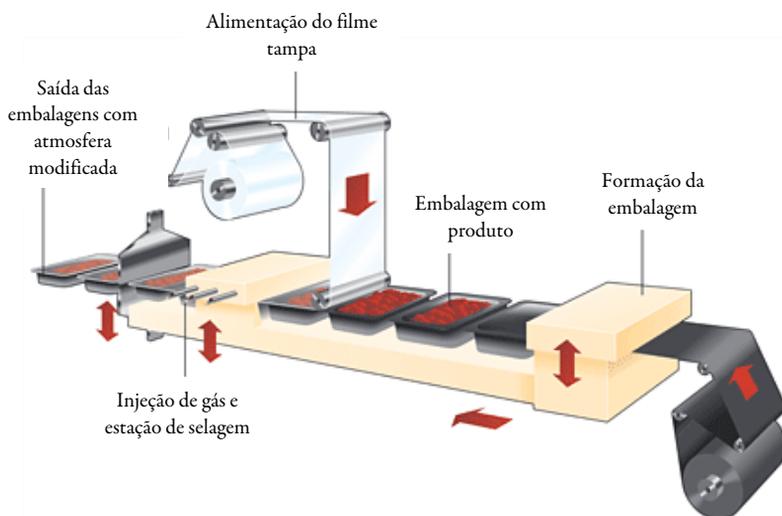



Figura 5.6 - Esquema básico de um equipamento que termoforma-enche–fecha horizontal (http//:www.airproducts.com.uk).

Existem várias tecnologias de termoformação de embalagens plásticas, aplicadas a estes equipamentos, a fim de otimizar esta etapa para os diferentes materiais, dimensões e formatos.

5.6.1 Termoformação com vácuo e/ou ar comprimido

Este método é adequado para materiais flexíveis, mas também pode ser usado para termoformação de embalagens rígidas. Neste sistema o filme é aquecido e a formação da embalagem sobre um molde é obtida por ar comprimido ou vácuo. Um aspecto positivo deste método é o menor custo do ferramental.

5.6.2 Termoformação com estiramento mecânico e vácuo

O filme pré-aquecido é conformado ao molde simultaneamente por vácuo e estiramento mecânico. O resultado é uma termoformação mais uniforme e a embalagem apresenta uma melhor distribuição de espessura nos cantos, ângulos e extremidades, o que lhe confere maior resistência mecânica e melhores características de barreira. Este sistema permite a utilização de filmes mais finos que os do método anteriormente citado e também é adequado para termoformação de embalagens com maior profundidade.

5.6.3 Termoformação com estiramento mecânico e ar comprimido

Este sistema é ideal para termoformação de chapas rígidas, embalagens com grande profundidade e/ou geometria complexa. A chapa pré-aquecida é estirada por um êmbolo e por ar comprimido que forma a embalagem em um molde refrigerado. Como resultado, as dobras e os cantos agudos são precisamente formados, o que confere excelente desempenho mecânico à embalagem.

5.6.4 Termoformação com vácuo, com estiramento mecânico e ar comprimido

Este sistema é necessário para as condições extremas de termoformação, contorno de cantos agudos e/ou formatos complicados. O filme pré-aquecido se torna ligeiramente côncavo mediante aplicação de vácuo e é estirado por um êmbolo em uma câmara aquecida. O ar comprimido é injetado na parte inferior da câmara e comprime o filme sobre o êmbolo refrigerado. Desta forma, ao contrário do que ocorre nos outros métodos mencionados anteriormente, a embalagem recebe a forma exata do êmbolo.

Os equipamentos do tipo *thermoform-fill-seal* são pouco versáteis em termos de tamanho e configuração de embalagens, uma vez que envolve a troca de moldes de termoformação, exceto quando só é alterada a profundidade da embalagem. Atualmente, contudo, algumas empresas apresentam tecnologia que permite troca rápida de formato de embalagem, sem desmontagem da parte superior aquecida da área de termoformação. A configuração de muitos destes equipamentos permite a expansão modular, para aumento de capacidade produtiva. O grau de sofisticação deste tipo de equipamento pode ser altíssimo.

Na aplicação de equipamentos tipo *thermoform-fill-seal* há a possibilidade de se fazer perfuração do material de embalagem em linha, para ajustar a

permeabilidade do material à taxa de respiração do produto. Isto também permite a utilização de um mesmo filme para diferentes produtos. A injeção de gás é feita quando necessária.

Na especificação deste tipo de equipamento devem ser considerados os mesmos fatores apresentados no item 5.3. Atualmente, estes equipamentos apresentam elevado grau de automação digital, com armazenamento de dados de produção que permitem rastreabilidade, troca de dados da linha para integração da planta e também com uma central da empresa, identificação de causas de falha, mesmo a distância.

Capítulo 6

GARANTIA DE QUALIDADE - EMBALAGENS

Léa Mariza de Oliveira

Por serem submetidos a tratamentos brandos a fim de minimizar a perda de suas características naturais, os alimentos minimamente processados caracterizam-se pela alta perecibilidade, ou seja, apresentam um elevado potencial de deterioração microbiana. Desta forma, é requisito básico da tecnologia um alto padrão higiênico, associado a um rígido controle da temperatura e a um sistema de embalagem eficaz.

Em todas as etapas de produção, a exemplo da recepção da matéria-prima, manipulação, processamento e acondicionamento, estocagem, distribuição e comercialização, é fundamental manter boas práticas de higiene, a fim de se evitar contaminação cruzada. Todas as fontes de contaminação devem ser conhecidas, monitoradas e controladas.

A manutenção de baixas temperaturas é fundamental no controle do crescimento microbiano e de outras reações de deterioração, que podem ocorrer antes do acondicionamento do produto. A baixa temperatura, em conjunto com a mistura gasosa e o sistema de embalagem, também é responsável pela garantia da vida útil do produto embalado. Sendo assim, é fundamental que as câmaras de estocagem de matéria-prima e de produto final e os ambientes de manipulação e processamento da matéria-prima e de acondicionamento não só sejam mantidos refrigerados como também atendam aos padrões de temperatura recomendados.

A distribuição e a comercialização também exigem ambientes refrigerados. Deve-se estar atento também para o fato de que os veículos utilizados na distribuição do produto final, em geral, não têm capacidade para refrigeração e apenas mantêm a temperatura do produto não tendo, portanto, a capacidade de baixar esta temperatura. Com relação aos balcões de exposição, deve-se considerar que são constantemente abertos, isto quando dispõem de portas, o que favorece a flutuação da temperatura.

Recomenda-se um constante monitoramento e, sempre que possível, o registro da temperatura durante o acondicionamento, estocagem e distribuição do produto final. Existe no mercado indicadores de tempo-temperatura que podem ser fixados à embalagem individual, a de transporte ou mesmo aos paletes. Estes dispositivos revelam por meio de uma mudança irreversível, geralmente alteração de cor, a exposição do produto a condições de abuso de temperatura. São exemplos de marcas comerciais destes indicadores CheckPoint®, FreshCheck®, OnVu™, MonitorMark™.

O sistema de garantia da qualidade de produtos acondicionados em embalagens com atmosfera modificada baseia-se nos princípios da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (Hazard Analysis of Critical Control Points - HACCP), que se enquadra na filosofia de monitoramento de todo o processo produtivo, no qual há um gerenciamento completo de todos os fatores que podem influir na qualidade final do produto.

Para a implantação da HACCP é necessário pessoal qualificado para identificar os pontos críticos do processo e estabelecer os procedimentos de controle e monitoramento desses pontos. Para tanto, é essencial um perfeito conhecimento não só do processo de fabricação do produto, como também dos parâmetros críticos de deterioração do mesmo.

Ensaios microbiológicos nas matérias-primas, nos insumos e no produto final devem fazer parte de qualquer programa de garantia da qualidade de produtos minimamente processados, baseado nos princípios da HACCP. Esses ensaios são definidos de acordo com o tipo de produto. Outros ensaios específicos para o controle/monitoramento de atividade enzimática podem ser necessários.

Frutas e hortaliças minimamente processadas são, em geral, distribuídas em caixas plásticas retornáveis, empilháveis, sem rebarbas cortantes, fissuras e isentas de sujidades externas e internas, devendo ser lavadas com água e higienizadas a cada viagem. Estas embalagens vêm ganhando destaque também no mercado de frutas e hortaliças frescas pela resistência, versatilidade e facilidade de limpeza.

Neste capítulo, entretanto, o foco é a qualidade e métodos de avaliação da embalagem primária (aquela em contato com o produto), com ênfase em ensaios de fácil execução e que não exigem equipamentos de custo elevado.

6.1 Especificação da embalagem

Uma vez definido o material de embalagem que será utilizado, as características e as propriedades do material aprovado nos testes piloto devem ser mantidas em todos os lotes futuros a serem adquiridos. Para tanto, é fundamental dispor de uma ficha de especificação técnica do material, na qual estão detalhadas as características, propriedades e requisitos da embalagem que devem ser atendidos pelo fornecedor. Recomenda-se também que a empresa tenha uma cópia do desenho técnico da embalagem, principalmente no caso de embalagens rígidas, onde estão indicados os detalhes do formato da embalagem e as tolerâncias dimensionais.

Desta forma, o fabricante do produto minimamente processado dispõe de uma ferramenta contra o fornecimento de um material distinto daquele que foi aprovado, o que pode comprometer a vida útil do alimento acondicionado. Com base na ficha de especificação é possível ainda desenvolver novos fornecedores de embalagens.

Uma ficha de especificação deve contemplar no mínimo os seguintes parâmetros:

Dimensões da embalagem

Sacos: largura e comprimento da embalagem e largura das termossoldagens

Bobinas: largura e diâmetro da bobina e diâmetro do tubete

Bandejas e potes: altura total e largura da aba de termossoldagem. Para embalagens redondas deve constar o diâmetro e para as retangulares e quadradas, o comprimento e a largura.

1) Tipo de material. No caso de estruturas com múltiplas camadas, devem estar discriminados todos os materiais presentes e a sequencia dos mesmos no filme.
2) Espessura total e de cada camada de material plástico
3) Taxa de permeabilidade ao oxigênio. Neste caso, deve constar o método e as condições do ambiente de ensaio, normalmente 23 °C e a seco.
4) Taxa de permeabilidade ao vapor d' água. Neste caso também é necessário especificar o método e as condições de ensaio, normalmente 38 °C e 90% de umidade relativa.

Deve ser exigido do fornecedor de embalagem a documentação que comprove a aprovação da embalagem para contato com alimentos de acordo com a legislação brasileira. Esta legislação estabelece os limites de migração total e que todas as substâncias utilizadas na formulação do material devem estar presentes nas listas positivas. No caso de frutas e hortaliças minimamente processadas, a legislação exige a aprovação para contato com alimentos ácidos, ou seja, o ensaio para determinação da migração total deve ser feito com simulante ácido.

Até o momento, dezembro de 2010, o Brasil não permite o uso de material reciclado pós consumo em contato com alimentos, com algumas exceções de tecnologias relacionadas ao uso de poli(tereftalato de etileno) - PET.

A indústria fornecedora de embalagens faz parte da cadeia de produção de alimentos e deve ter implantado um sistema de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e controle dos pontos críticos de processo. Suas instalações e procedimentos devem ser adequados para garantir o padrão de qualidade exigido, não oferecer risco de contaminação ao produto acondicionado e permitir a rastreabilidade.

6.2 Avaliação de recebimento

A cada lote de embalagem recebido é recomendável que seja feita uma avaliação visual e dimensional do material e as determinações de espessura ou gramatura no caso de embalagens flexíveis e massa, no caso de embalagens rígidas.

A identificação do tipo de material plástico presente na estrutura e a determinação das taxas de permeabilidade ao oxigênio e o vapor d' água, valores que expressam a quantidade de oxigênio e vapor d' água que passam através do material por unidade de tempo, são parâmetros fundamentais da ficha de especificação já que vão impactar diretamente na vida útil do produto acondicionado. Contudo, não são parâmetros a serem avaliados a cada recebimento, pois exigem equipamentos de alto custo de aquisição e manutenção, além de pessoal especializado para operação, o que os restringem a laboratórios especializados. Entretanto, no caso de aprovação de fornecedores é indispensável que estes parâmetros sejam conhecidos.

Todos os equipamentos e instrumentos utilizados na avaliação da qualidade das embalagens devem estar calibrados. A frequência da calibração depende das condições de uso e estado do equipamento.

6.2.1 Avaliação visual

Na avaliação visual, um ensaio rápido e não destrutivo, o objetivo é detectar defeitos que podem ser classificados como: críticos, graves e toleráveis. Defeitos críticos são aqueles que impedem a embalagem de exercer a função de proteger e conter o produto embalado ou que podem produzir algum dano efetivo ao conteúdo ou ao consumidor. Como exemplo de defeito crítico de embalagem para produtos minimamente processados pode-se citar furos e rasgos. Defeitos graves são aqueles que podem resultar em falha da embalagem sob condições de abuso no transporte e estocagem. É o caso, por exemplo, de rugas e pregas na termossoldagem. Os defeitos toleráveis são aqueles que prejudicam a aparência da embalagem, mas não necessariamente suas funções de contenção, proteção etc. Como exemplo de defeitos toleráveis pode-se citar defeitos de impressão e riscos.

A amostragem para a avaliação visual deve ser feita com base na norma ABNT NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Em função do tamanho do lote é definido o número de unidades a serem inspecionadas. Por sua vez, a aceitação ou rejeição deste lote depende do Nível de Qualidade Aceitável (NQA), o qual é definido pelo usuário da embalagem em função do risco assumido pela empresa. O NQA para defeitos críticos é inferior àquele para defeitos graves, que por sua vez é inferior ao estabelecido para defeitos toleráveis.

6.2.2 Avaliação dimensional

As dimensões especificadas devem ser verificadas com uma régua metálica, milimétrica, calibrada. A periodicidade da calibração vai depender das condições de uso e do estado da régua, conforme mencionado anteriormente. A calibração pode ser feita anualmente, desde que a régua seja mantida sempre em boas condições, o que inclui limpeza, escala perfeitamente visível e ausência de deformações.

6.2.3 Espessura

A determinação da espessura total é um ensaio relativamente simples, feito tradicionalmente utilizando-se micrômetros específicos, instrumentos estes de baixo custo e de operação e manutenção relativamente simples. O micrômetro utilizado para filmes deve ter as pontas planas e paralelas. Já para embalagens rígidas são utilizados micometros com ponta esférica. No caso de embalagens

com múltiplas camadas, para a determinação da espessura de cada uma delas, utilizando-se micrômetros, é necessária a separação das camadas que compõem a estrutura, o que é feito com solventes orgânicos e/ou ácidos, à temperatura ambiente ou a quente. Como o contato dos corpos-de-prova com solventes orgânicos pode alterá-los fisicamente, influenciando no resultado final do ensaio, outra técnica que vem sendo utilizada para determinação de espessura é a microscopia ótica, que dispensa, no caso das espessuras parciais, a separação das camadas. A medição da espessura por microscopia requer corpos-de-prova com um corte perfeito da secção transversal. Sendo assim, são necessários dispositivos especiais ou mesmo equipamentos específicos (micrótomos) para o preparo da amostra.

6.2.4 Gramatura

As gramaturas total e de cada camada de material plástico também podem ser utilizadas na verificação da especificação de um material. Para este ensaio é necessário uma balança, preferencialmente analítica e precisão de corte do corpo-de-prova, uma vez que o ensaio baseia-se na pesagem de uma área conhecida de material. Para a determinação da gramatura parcial, a exemplo das espessuras parciais, também é necessária a separação das camadas do material de embalagem.

6.2.5 Massa

A determinação da massa da embalagem é uma forma prática e rápida para avaliar a homogeneidade de um lote. Variações de massa refletem alterações na distribuição de espessura, o que pode resultar em alteração nas propriedades mecânicas e de barreira a gases e ao vapor d' água e, consequentemente, no desempenho da embalagem e vida útil do produto.

6.3 Avaliação da embalagem final

6.3.1 Integridade do fechamento

A integridade do fechamento da embalagem é um ponto crítico para a vida útil de alimentos acondicionados em atmosfera modificada. Falhas nas termossoldagens são pontos de entrada de microrganismos que podem contaminar o produto e caminhos preferenciais para a entrada de ar e alteração da atmosfera dentro da embalagem, o que compromete a eficiência do sistema.

Problemas de falta de integridade na termossoldagem, via de regra, devem-se à contaminação da área de fechamento por umidade, resíduos de produto ou a equipamentos mal ajustados.

Para melhor controle da termossoldagem, deve-se estar atento ao alinhamento dos mordentes de fechamento e às condições (tempo, temperatura e pressão) de selagem, que devem ser especificadas para cada material de embalagem em particular. Variações na estrutura, principalmente na espessura, mas também de composição do plástico, aditivação e tratamento superficial comprometem a qualidade da termossoldagem.

Os ensaios para avaliação da integridade do fechamento são classificados em destrutivos e não-destrutivos. Ambos apresentam vantagens e desvantagens. Os ensaios destrutivos costumam consumir um tempo considerado demasiado pelas empresas e não permitem que embalagens com problemas de integridade sejam segregadas. Os ensaios não-destrutivos, em geral, têm custo elevado, mas permitem rápida obtenção de resultados, e alguns tipos de equipamentos podem ser instalados na linha de produção.

6.3.1.1 Ensaios não-destrutivos

O ensaio não-destrutivo mais simples é a inspeção visual, na qual, inicialmente, observa-se a presença de rugas, vincos, bolhas etc., que possam comprometer a qualidade do fechamento. A seguir, uma leve pressão, de forma a não causar danos ao produto, deve ser exercida na embalagem, procurando-se observar a ocorrência de perda de pressão interna.

Outro ensaio, também muito simples, consiste em comprimir, manualmente, a embalagem submersa em água e observar a liberação de bolhas. Este ensaio é capaz de detectar apenas falhas grosseiras na termossodagem.

Em geral, os equipamentos para ensaios não-destrutivos baseiam-se na aplicação de um diferencial de pressão entre o interior e o exterior da embalagem. Nos mais simples a embalagem é imersa em um tanque com água, aplica-se um vácuo externo e observa-se a liberação de bolhas. O nível de vácuo e o tempo de ensaio são variáveis que dependem do tipo de produto e de embalagem. Em geral, quanto maior o diferencial de pressão melhor. A norma ASTM D 3078-02 (2008) considera 622 mmHg como um alto vácuo. Equipamentos mais sofisticados têm sensores que detectam pequena alteração

no perfil da embalagem, se houver vazamento, quando uma pressão externa é mantida por um intervalo de tempo pré-determinado.

6.3.1.2 Ensaios destrutivos

Dentre os ensaios destrutivos os mais utilizados são o de penetração de solução colorida e o eletrolítico.

Pela facilidade de aplicação e não exigência de equipamento específico, o ensaio de penetração de solução colorida é muito utilizado. Neste ensaio é utilizada uma solução colorida, com baixa tensão superficial, capaz de detectar falhas na termossoldagem com um diâmetro superior a 10 µm. Embalagens que não permitem a visualização da solução requerem, muitas vezes, a separação/dissolução das camadas que compõem a estrutura.

O ensaio eletrolítico baseia-se no princípio de uma célula eletrolítica. A embalagem é preenchida com solução salina e a região de fechamento imersa na mesma solução. Aplica-se, então, uma diferença de potencial elétrico. Caso haja falhas na termossoldagem, um circuito elétrico será completado, permitindo a leitura de corrente.

6.3.2 Resistência mecânica da termossoldagem

A termossoldagem deve ser avaliada não somente quanto à integridade, mas também quanto à resistência mecânica, principalmente no caso de embalagens grandes para o mercado institucional e embalagens de transporte. Desta forma, é possível avaliar a resistência do fechamento às condições de manuseio e distribuição do produto. Os ensaios mais utilizados para avaliação da resistência mecânica da termossoldagem são os que determinam a resistência da termossoldagem ao aumento da pressão interna e o de resistência à tração.

No ensaio de resistência ao aumento da pressão interna, ar é introduzido no interior da embalagem por meio de uma agulha, até o rompimento da termossoldagem ou do material. Uma variação deste ensaio consiste em manter a embalagem pressurizada por um determinado período de tempo. Nas embalagens tipo saco, a água também pode ser utilizada como meio de aumento de pressão. Contudo, neste caso, uma das termossoldagens da embalagem costuma ser sacrificada, visto que é necessário retirar o conteúdo da embalagem, para pressurizá-la com água. O sistema pneumático, com ar, costuma ser mais versátil, podendo ser aplicado para uma maior variedade de embalagens. Uma embalagem com atmosfera modificada deve resistir a uma

pressão interna entre 0,4 kgf/cm^2 e 0,5 kgf/cm^2, dependendo do volume de gás injetado. O ensaio de resistência ao aumento da pressão interna também pode ser utilizado para a detecção de problemas de integridade.

O ensaio de resistência da termossoldagem à tração indica a força necessária para o rompimento da termossoldagem. Este ensaio exige um equipamento específico, conhecido como dinamômetro de tração, e deve ser realizado por um laboratório especializado.

6.3.3 Composição gasosa do espaço-livre

A manutenção da mistura gasosa adequada no interior da embalagem, no acondicionamento do produto, durante estocagem e comercialização, são fundamentais para a preservação da qualidade e para garantia da vida útil do produto. Por esta razão, a análise da composição gasosa do espaço-livre de embalagens com atmosfera modificada é tida com uma rotina dentro de programas de qualidade.

Nas embalagens nas quais a modificação da atmosfera é feita de forma ativa, a determinação da composição gasosa no interior da embalagem durante o acondicionamento do produto nos dá uma idéia da eficiência do equipamento, uma vez que a mistura injetada costuma ser diluída pelo ar. A mesma análise realizada durante a estocagem pode nos revelar a intensidade da interação produto/embalagem e problemas de integridade.

A técnica mais tradicional para identificação e quantificação dos gases presentes no espaço-livre da embalagem é a cromatografia gasosa. Para tanto, utiliza-se cromatógrafos a gás, operando com detector de condutividade térmica. O ensaio é destrutivo, pois a embalagem precisa ser perfurada por uma agulha, através de um septo, a fim de que o espaço-livre seja amostrado. Esse ensaio é relativamente lento, exige pessoal treinado e equipamento sofisticado, devendo, portanto, ser realizado por um laboratório especializado. Entretanto os cromatógrafos são equipamentos versáteis, capazes de identificar diferentes tipos de gases.

Analisadores de gases também são utilizados para determinação do percentual de determinados gases no interior da embalagem, desta feita em poucos segundos. A rapidez de resposta associada às dimensões compactas do equipamento torna-o especialmente atrativo para o uso em plantas que trabalham com embalagens com atmosfera modificada, uma vez que

imediatamente após o início de operação é possível se conhecer a eficiência do sistema. Esses analisadores podem ser específicos para um determinado gás (O_2 ou CO_2) ou terem capacidade para quantificação de mais de um tipo de gás (O_2 e CO_2). Apesar do custo relativamente elevado, os analisadores são de operação simples, não requerendo pessoal treinado para operação.

Existem no mercado, máquinas automáticas de acondicionamento com dispositivos que analisam a composição gasosa no interior da embalagem no momento do acondicionamento, que dispensam o emprego do analisador de gás imediatamente após o fechamento da embalagem. Contudo, a avaliação do espaço-livre algumas horas após esta etapa muitas vezes é necessária, pois em muitos produtos o ar ocluso ou retido entre o produto e a embalagem se difunde na mistura gasosa injetada, alterando sua concentração.

O acompanhamento de alterações da composição gasosa durante a estocagem, em condições de temperatura que simulem às de transporte, distribuição e comercialização é muito importante, a fim de se assegurar que os níveis mínimos de O_2 e máximos de CO_2 não sejam ultrapassados.

Capítulo 7

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE E SEGURANÇA DE VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

André Luis Bonnet Alvarenga
José Carlos de Toledo

7.1 Contextualização

Para introduzir o leitor ao correto entendimento do que vem a ser um sistema de gestão da qualidade e qual o seu objetivo dentro das empresas, faz-se necessário definir o que é gestão da qualidade e o que é um sistema.

A gestão da qualidade pode ser definida como um conjunto de atividades de planejamento, implantação, controle e melhoria dos processos necessários para que um produto final ou serviço tenha os atributos especificados como requisitos do consumidor. Isto é, a gestão da qualidade tem um caráter de gerenciamento das atividades necessárias para a produção de um determinado produto, dentro dos requisitos de qualidade e com eficiência (por exemplo, ao menor custo possível), envolvendo os vários agentes da cadeia de produção.

Na cadeia de processamento mínimo de vegetais os agentes principais são os fornecedores de matérias-primas, a empresa que as processa, quem transporta o produto final até os clientes. Especificamente, definem-se estes agentes como os produtores rurais, a empresa processadora, os transportadores e os clientes, respectivamente. Estes últimos podem ser o mercado varejista e o mercado institucional (restaurantes, hospitais, lanchonetes, entre outros).

Um sistema pode ser definido como um conjunto de partes onde essas partes (elementos, agentes, entre outros) se interagem e dependem umas das outras e que, conjuntamente, formam um todo unitário e integrado, localizado em um meio ambiente, com objetivos definidos, que efetuam determinada função e têm uma estrutura que evolui com um tempo.

O sistema de gestão da qualidade é definido como um conjunto de atividades planejadas e com responsabilidades definidas, que envolvem os agentes de uma

cadeia produtiva, que dependem entre si e que contém todas as atividades de planejamento, implantação, controle e melhoria dos produtos e processos necessários para que o produto final (bens e/ou serviços) tenha os atributos requeridos pelos clientes e por demais agentes que interagem com o produto (por exemplo, consumidores, processadores do alimento) e ou que regulamentam o produto (por exemplo, organismos de inspeção governamental).

Assim, tomando o exemplo da cadeia de vegetais minimamente processados (VMP), o sistema de gestão de qualidade de VMP é o conjunto das atividades voltadas à produção de matéria-prima com qualidade, ao processamento da matéria-prima de acordo com as necessidades e expectativas dos clientes, ao transporte dos vegetais processados em condições que garantam a manutenção das suas características e ao recebimento dos produtos nas condições necessárias, incluindo a manutenção de suas características de qualidade até o fim de sua vida útil.

A base estrutural dos sistemas de gestão da qualidade é o ciclo PDCA (*Plan*, *Do*, *Check* e *Action*) ou ciclo de Deming. O ciclo PDCA é um método gerencial que busca a estabilização dos processos e a sua melhoria contínua. Por ser um ciclo, não tem início nem fim, é contínuo e se inicia e termina no planejamento. É composto de quatro fases básicas que são a base do sistema mostrado neste capítulo, conforme mostrado na Figura 7.1.

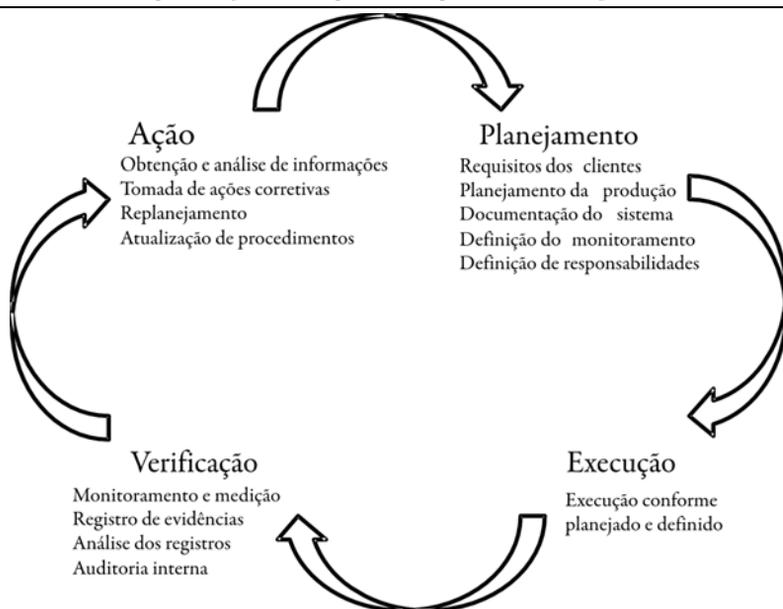
O presente capítulo explora com visão prática uma proposta de sistema de gestão da qualidade e segurança para vegetais minimamente processados (SGQS/VMP). O objetivo é mostrar como os fluxos de produtos e de informações podem ser organizados entre os agentes desta cadeia produtiva, no sentido de permitir a implantação, monitoramento e melhoria do SGQS/VMP. Para efeito deste capítulo, entende-se os VMP frutas e hortaliças minimamente processadas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7.1 - O ciclo PDCA e a realção com o SGQS/VMP

Entretanto, é necessário esclarecer que a lógica dos conceitos apresentados e o detalhamento mostrado para o SGQS/VMP se baseiam em alguns pressupostos:

- A empresa processadora coordena e lidera a implantação, gestão e melhoria junto à cadeia;
- A empresa processadora necessita de uma estrutura mínima em termos de recursos humanos para o sucesso do sistema;
- A função dos produtores rurais é a entrega de matérias-primas necessárias com as características requeridas para processamento;
- A função da empresa processadora é o processamento mínimo das matérias-primas de acordo com os requisitos de seus clientes (qualidade, quantidade, disponibilidade e prazo);
- A função dos transportadores é o transporte e entrega dos VMP aos clientes nas mesmas condições de quando foram produzidas;
- A função dos clientes é o recebimento e manutenção dos VMP em condições que permitam a preservação das suas características da qualidade e o consumo dentro do período de vida útil estipulado nos produtos.

7.2 Requisitos do Sistema

Os requisitos do Sistema são as condições básicas que o sistema proposto deve atender para atingir o seu principal objetivo. As empresas processadoras de VMP são comumente de pequeno porte, com administração de origem familiar e com número reduzido de colaboradores. Os recursos financeiros e de pessoal disponíveis nestas empresas são focados para o processamento de vegetais e para o atendimento às exigências legais e dos clientes. Em sua maior parte, as empresas processadoras dispõem de um único profissional técnico com formação em áreas correlatas à tecnologia de alimentos (engenharia de alimentos, engenharia agrônoma, engenharia química e química, nutrição, biologia, entre outras) que é quem tem o maior potencial para interpretar um sistema, implantá-lo e geri-lo por toda a cadeia. Com base nestas condições, o sistema proposto deve atender, cumulativamente, aos requisitos descritos a seguir.

1) Baixa complexidade: o sistema é simples e contém informações e elementos essenciais para as operações que garantam a qualidade e a segurança dos VMP;

2) Comunicativo (Gestão à Vista): para facilitar a comunicação e melhorar sua eficiência entre os colaboradores, sempre que possível, o ambiente de produção contempla elementos audiovisuais de rápida identificação da informação a ser passada aos colaboradores e demais agentes da cadeia (quadros, sinais sonoros, cartões, marcações e identificações com cores diferenciadas);

3) Pouco burocrático: os documentos e as planilhas existentes devem ser em número mínimo e, essenciais para a condução dos processos e para o registro dos dados que sejam necessários por exigências legais, dos clientes ou do próprio sistema;

4) Linguagem acessível: o sistema tem que apresentar uma linguagem acessível aos seus usuários. A estrutura do sistema deve ser acessível ao colaborador técnico responsável por interpretá-lo e implantá-lo. Do mesmo modo este profissional deve adequar às linguagens dos documentos, instruções de trabalho ou dos elementos audiovisuais ao perfil dos colaboradores e agentes em funções operacionais na cadeia durante sua implantação;

5) Compatível às exigências legais e dos clientes: a compreensão e a busca do atendimento às exigências do cliente é o primeiro passo para planejar um

produto com qualidade. Do mesmo modo, o atendimento às exigências dos clientes deve estar necessariamente associado ao ambiente institucional e, assim, o sistema proposto deve contemplar os aspectos previstos em legislações.

7.3 Visão Geral do Sistema

7.3.1 Modelo do SGQS/VMP

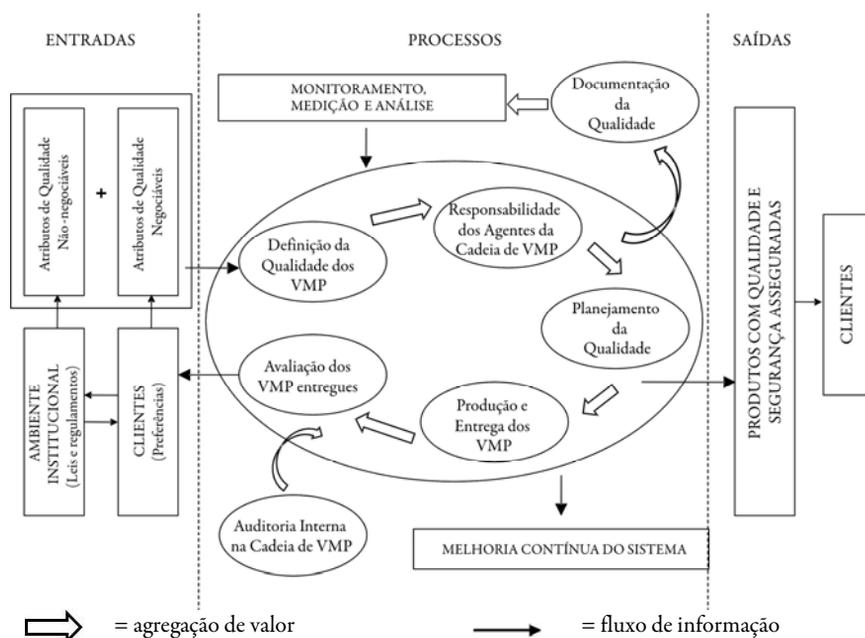
O modelo proposto para o SGQS/VMP utilizou a base da abordagem por processos identificada em Sistemas de Gestão da Qualidade das normas da série ISO 9000. Entretanto, como é um sistema para pequenas empresas, procurou-se identificar os elementos essenciais para o objetivo da cadeia, que é produzir VMP com a qualidade e a segurança esperadas pelos clientes. A visão geral deste sistema tem por objetivo mostrar ao leitor os elementos dos subsistemas de SGQS/VMP identificados como necessários e suas inter-relações. A Figura 7.2 mostra estes elementos.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ABNT (2006)

Figura 7.2 - Visão Geral do SGQS/VMP com abordagem por processos

A apresentação de alguns elementos comuns aos sistemas de gestão das normas ISO série 9000, que têm reconhecimento internacional, não significa que as atividades dos elementos do SGQS/VMP terão as mesmas complexidades nas abordagens e inter-relações presentes naqueles sistemas. Deste modo, não é o objetivo desta proposta adequar ou ajustar os requisitos e elementos dos sistemas de gestão reconhecidos internacionalmente à realidade da cadeia, mas sim estabelecer um sistema próprio que permita o fluxo efetivo de informações e produtos entre os agentes da cadeia, de modo a garantir a qualidade e a segurança dos produtos. Consequentemente, as abordagens e as inter-relações são enxutas com informações mínimas para que os agentes da cadeia possam implantá-lo com os recursos humanos e materiais existentes e possíveis.

7.3.2 Elementos do subsistema

Conforme mostra a Figura 7.2, SGQS/VMP é composto de entradas, processos e saídas que contêm os seguintes elementos:

a) Na entrada do sistema:

Ambiente Institucional: é o ambiente em que a cadeia de VMP está inserida e que é formado por regras formais (leis e regulamentos sanitários, ambientais, metrológicos e de proteção ao consumidor) e regras informais (valores sociais) que criam uma estrutura que influencia as pessoas nos aspectos sociais, políticos e econômicos. Reúnem um conjunto de requisitos que o produto e o ambiente da cadeia devem atender, constituindo-se de características não-negociáveis (regras formais) e de conduta social (regras informais) entre agentes da cadeia.

Clientes: formados por empresas ou instituições públicas e privadas e/ou pessoas físicas que estabelecem os requisitos de qualidade sensorial do produto (cor, aroma, textura, sabor, tipo de corte, embalagem, entre outros) e de atendimento a pedidos (quantidade e prazo de entrega) que julgam ser a melhor forma para atender às suas necessidades para seu consumo direto ou às preferências de seus consumidores finais. Reúnem um conjunto de requisitos que o produto e o ambiente da cadeia devem atender, constituindo-se de características negociáveis entre os clientes e agentes da cadeia, mas que devem atender, no mínimo, as características não-negociáveis.

b) Nos processos do sistema:

Definição da qualidade dos VMP: início de um ciclo dinâmico, onde as características de qualidade dos VMP são definidas pelos clientes e pelo ambiente institucional. É um processo dinâmico, pois se altera à medida que os clientes passam a ter novas necessidades para o consumo destes produtos e à medida que as legislações se atualizem e/ou passem a existir novas exigências legais.

Responsabilidade dos agentes da cadeia: definição das responsabilidades a cerca da qualidade e segurança do produto final sobre cada um dos processos necessários para o alcance da qualidade dos produtos, de forma a assegurar o comprometimento de cada um dos atores da cadeia. Isto gera como conseqüência a valorização das necessidades individuais e coletivas dos agentes, o aumento na eficiência de comunicação entre os processos da cadeia, uma maior facilidade de detecção de desvios, um melhor monitoramento do desempenho dos agentes e a definição de responsabilidades para a solução de problemas.

Planejamento da qualidade: forma de estruturar as necessidades dos clientes para a cadeia identificando as atividades, os recursos físicos, financeiros e humanos, a estrutura de comunicação entre os agentes e o fluxo de material necessários para assegurar a qualidade e a segurança dos VMP produzidos e entregues.

Produção e entrega dos VMP: seqüência de atividades planejadas e necessárias para o adequado fluxo de material com o objetivo de produzir VMP com a qualidade e a segurança asseguradas de acordo com as necessidades dos clientes e a legislação vigente. Estas atividades são de responsabilidade dos produtores rurais, processadores e dos transportadores.

Avaliação dos VMP entregues: atividade realizada pelo cliente para avaliar a qualidade sensorial detectável dos VMP entregues e demais itens relacionados à qualidade, como as condições de entrega, prazo de entrega, quantidade entregue, entre outros. Esta atividade é uma resposta contínua do cliente à cadeia e uma oportunidade desta para validar, ajustar ou modificar as atividades planejadas de modo a alcançar a qualidade[5] de VMP esperada pelo cliente.

---

[5] Os atributos relacionados à segurança das VMP não fazem parte da avaliação neste elemento do sub-sistema, em função da impossibilidade de realizá-la com inspeção visual. Por serem características de

Monitoramento, medição e análise: meios utilizados para acompanhar e conhecer o que é produzido e como está sendo produzido para que seja possível controlar as atividades para a produção de VMP com a qualidade e segurança esperadas pelos clientes. A análise das informações permite a adoção de estratégias e decisões pontuais para aumentar a eficiência de um processo, ajustá-lo ou modificá-lo, a fim de se atingir o objetivo da cadeia.

Documentação da Qualidade: conjunto de manuais, procedimentos, instruções de trabalho e registros da cadeia de produção de VMP que explicitam, padronizam e evidenciam a execução das atividades necessárias para que estes produtos tenham a qualidade esperada pelos clientes assegurada. Incluem-se listas de verificação, procedimentos, relatórios de auditorias e de avaliação de clientes e planos de ações corretivas e seus desdobramentos.

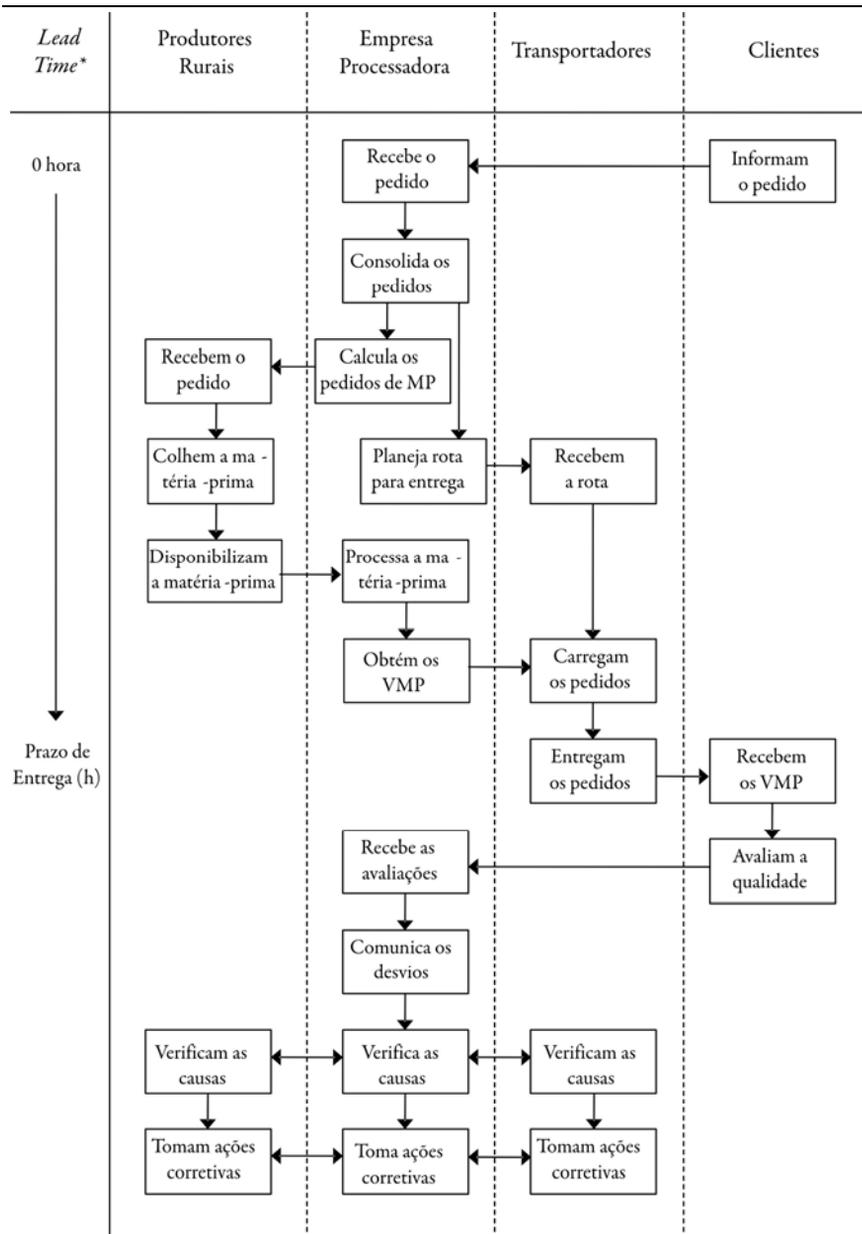
Auditoria interna: atividade sistemática, por meio de uma lista de verificação, executada pela empresa processadora para a avaliação da adequação e aplicação de procedimentos, documentos e registros na cadeia de produção para garantir que a qualidade planejada está sendo operacionalizada e atingida.

Melhoria reativa dos processos: atividade sistemática sobre todas as etapas da produção de VMP, desde a produção de matéria-prima até o seu recebimento pelo cliente final, que identifica desvios sobre níveis desejados por meio dos indicadores de desempenho relacionados à satisfação dos clientes dentro da cadeia (eficácia dos processos) e daqueles relacionados ao controle dos processos em cada uma das etapas na mesma cadeia (eficiência dos processos), procurando suas causas e tomando as ações corretivas necessárias.

c) Na saída do sistema:

Produtos com qualidade e segurança asseguradas: Entrega de VMP aos clientes finais com a qualidade exigida e com ausência de perigos físicos, químicos e microbiológicos.

O detalhamento do sistema proposto está focado nos processos da cadeia, cuja lógica entre os agentes e entre os processos é mostrada na Figura 7.3.

qualidade não-negociáveis, os possíveis desvios devem ser identificados por meio de auditorias internas e de terceira parte. Por este motivo são chamadas de “qualidade oculta dos alimentos”.

Lead time é o tempo decorrido entre a emissão de um pedido e o atendimento ao cliente final.

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7.3 - Lógica dos processos do SGQS/VMP

7.4 Detalhamento do SGQS/VMP

Acompanhando a lógica dos processos da cadeia, pode-se dividir o funcionamento do sistema em cinco fases distribuídas conforme a seguir.

Fase 1 – Consolidação dos pedidos de VMP dos clientes (mercado varejista e institucional);

Fase 2 – Desdobramento dos pedidos recebidos em necessidades da cadeia para a produção dos VMP;

Fase 3 – Definição das atividades que devem ser comunicadas pela empresa processadora aos demais agentes da cadeia;

Fase 4 – Consolidação de uma matriz das atividades, responsabilidades e de monitoramento das atividades pelos agentes da cadeia;

Fase 5 – Avaliação dos pedidos entregues pelos clientes.

Fase 1

A primeira fase consiste na consolidação dos pedidos recebidos de cada cliente em uma planilha conforme a Figura 7.4. Para isto, é necessário obter as seguintes informações: tipo de VMP (produtos do portfólio oferecido de A a N); a disposição do produto na embalagem (pacote ou bandeja); o prazo de entrega (normalmente de 36 ou 48 horas); e a quantidade demandada em função do tempo (embalagens/dia). Os VMP são compostos de um *mix* de vegetais (saladas mistas), com suas proporções pré-estabelecidas, ou de um único vegetal. De acordo com a quantidade de salada em cada produto, calcula-se a quantidade em kg de cada produto.

Cliente	Produto A	Produto B	Produto C	...	Produto N
Cliente X	12	9	0	...	n1
Cliente Y	5	2	4	...	n2
Cliente Z	6	3	8	...	n3
...	...	...	...	...	...
Cliente n	3	7	2	...	nn
Total	n_A	n_B	n_C	...	n_N

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7.4 - Exemplo de planilha para a consolidação de pedidos de VMP dos clientes

Fase 2

A segunda fase consiste no desdobramento dos pedidos pelos clientes, a partir da quantidade total demandada de cada vegetal para o planejamento da produção dos VMP. Para tal, a linha hachurada com a quantidade total consolidada em peso em quilograma (kg) de produtos da Figura 7.4 é transferida para outra planilha para desdobrar a quantidade necessária de cada vegetal que compõe os produtos de acordo com sua proporção estabelecida pela empresa, conforme mostra a Figura 7.5. Isto é necessário para a empresa processadora calcular a quantidade necessária de vegetais a serem colhidos. Como forma ilustrativa, o Produto A é composto de 20% do Vegetal A, 30% do Vegetal B e 50% do Vegetal N. Em seguida, o Produto B é composto de 100% do Vegetal N; analogamente o Produto C é composto de 80% do vegetal B e 20% do Vegetal N e, por fim, o produto N é composto de 100% do Vegetal A. Assim, os valores A, B e N correspondem à quantidade total em quilogramas dos Vegetal A, Vegetal B e do Vegetal N, respectivamente, prontos para serem incorporados ao produtos. A estes valores, inclui-se uma margem de segurança de 10%, que se não for utilizada, é descontada do planejamento dos próximos pedidos. Esta margem é necessária para garantir uma possível quebra dos produtos durante as etapas de processamento.

Em um primeiro momento, os valores encontrados indicam a quantidade de cada uma das matérias-primas necessárias para o processamento dos pedidos. De fato, isto seria verdade se não houvesse perdas em termos de massa nos processos de seleção de vegetais para processamento, assim como no processo de corte e de descascamento. Estas etapas do processo diminuem a quantidade do vegetal efetivamente aproveitado para processamento, o que afeta o rendimento da matéria-prima. Tais rendimentos são da ordem de 40 a 60% da quantidade em massa de matéria-prima. Como dito anteriormente, pode aumentar ou diminuir, dependendo de sua qualidade.

Produto	Produto A	Produto B	Produto C	Produto N	Total
Q^{de} Total	n_A	n_B	n_C	n_N	
Vegetal A	0,2. n_A	0	0	1,0. n_N	**A**
Vegetal B	0,3. n_A	0	0,8. n_C	0	**B**
...	...	...	...	...	...
Vegetal N	0,5. n_A	1,0. n_B	0,2. n_C	0	**N**

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7.5 - Exemplo de planilha para cálculo da composição dos pedidos de VMP dos clientes

Deste modo, para o cálculo da quantidade total de matéria-prima a ser colhida é necessário considerar o rendimento médio no processo de seleção, corte e descascamento para cada um dos vegetais. Este rendimento é calculado como a massa total de vegetal pronto para ser embalado, dividido pela massa total de matéria-prima que entrou na empresa processadora, conforme a Figura 7.6. Normalmente, este valor é definido na prática e é função da qualidade da matéria-prima e do treinamento dos funcionários encarregados da seleção, corte e descascamento. Varia em função das estações do ano e da idade do vegetal (tempo desde o plantio até a colheita).

Produto	Total (kg)	Rendimento	Matéria-prima necessária (kg)
Vegetal A	A	R_A%	A/R_A%
Vegetal B	B	R_B%	B/R_B%
...	...	...	...
Vegetal N	N	R_N%	N/R_N%

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7.6 - Exemplo de planilha para cálculo da matéria-prima necessária para a produção de VMP

Os exemplos das planilhas nas Figuras 7.3 a 7.6 mostram a lógica das etapas necessárias para o cálculo do fluxo de material na empresa para atender as diversas demandas dos clientes. Por este motivo, estão desdobradas nos exemplos por questões didáticas. Entretanto, podem ser reunidas em uma única planilha, utilizando funções básicas do *software* Office Excel® (*Microsoft Co.*), ou similares, e que pode ser desenvolvida por um usuário com conhecimentos básicos nesta ferramenta.

Todos estes cálculos devem ser realizados pela empresa processadora e informados para os produtores rurais e transportadores para o devido planejamento. Deve-se entender que este planejamento deve ser feito em conjunto e representa uma atividade essencial para atendimento a dois atributos essenciais da qualidade: prazo acordado para entrega dos pedidos e conformidade com os pedidos (produtos certos na quantidade certa).

Fase 3

As duas fases anteriores mostraram o desdobramento dos pedidos dos clientes em quantidades de matéria-prima e produtos finais necessários. Esta fase reúne as informações necessárias que os produtores rurais, a empresa processadora e os transportadores precisam ter para o atendimento dos pedidos. Em geral, as informações para os produtores rurais são fornecidas por telefone e confirmadas no recolhimento das matérias-primas. Para os transportadores, as informações são enviadas por planilhas junto às notas fiscais dos produtos. O Quadro 7.1 sintetiza este fluxo de informação.

Fase 4

A quarta fase mostra uma matriz (Quadro 7.2) que relaciona as etapas necessárias para a produção dos VMP, suas atividades, o seu monitoramento e a documentação da qualidade que orienta e evidencia tais processos. Esta documentação consiste em manuais, procedimentos operacionais padrões (POP), instruções de trabalho e registros. Esta matriz permite identificar o agente e o(s) colaborador(es) responsável(is) por cada atividade nas etapas de produção e a possibilidade de relacioná-los aos documentos da qualidade. Torna-se um guia essencial e valioso para organizar as informações para iniciar a implantação do SGQS/VMP.

Quadro 7.1 - Informações para os agentes para atendimento dos pedidos

Agente	Informação	Propósito
Produtor Rural	Quantidade em kg de matéria-prima necessária para processamento.	Planejamento da colheita pelo produtor rural.
	Características das matérias-primas solicitadas e prazo para atendimento.	Planejamento do ponto de colheita das matérias-primas.
	Número de caixas necessárias e enviadas para o transporte das matérias-primas.	Inventário da empresa processadora das caixas enviadas para os produtores rurais.
Empresa Processadora	Quantidade em kg e por embalagens de produtos a serem processados.	Planejamento da produção e gerenciamento de estoque de embalagens e outros insumos.
	Número de caixas necessárias para o transporte dos vegetais durante o processamento.	
	Relação dos pedidos por cliente	Planejamento de rotas de entrega de produtos para os clientes.
	Número de caixas necessárias para o transporte dos produtos finais até os clientes.	
Transportadores	Planejamento de rotas de entrega de produtos para os clientes	Atendimento dos prazos de entrega dos produtos aos clientes.
	Número de caixas para o transporte dos produtos finais até os clientes.	Inventário da empresa processadora das caixas enviadas para os clientes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 7.2 – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Colheita de Matéria-prima	Recebimento de pedidos de matéria-prima pela empresa processadora	Produtor rural	Até as *X* horas, sempre	Informação do tipo e quantidade de matéria-prima necessária Horário de transporte	Na administração da propriedade rural	Via telefone ou e-mail (planilhas)	POP Pedido de matéria-prima	Relação do pedido com tipos e quantidades das matérias-primas	Talão de pedido entregue no dia do transporte
Colheita de Matéria-prima	Colheita da matéria-prima	Produtor rural e lavradores	Pela manhã até as *Y* horas	Matéria-prima informada	Na lavoura	Em caixas plásticas vermelhas	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Tipo e quantidade e matéria-prima colhida	Caderno de campo
Colheita de Matéria-prima	Transporte da matéria-prima colhida ao galpão de espera	Motorista da empresa processadora	Após a colheita	Todas as caixas com matérias-primas colhidas	Na lavoura	Na caçamba do trator, protegida de sol e chuva	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Tipo de vegetal, horário e data de colheita	Caderno de campo
Colheita de Matéria-prima	Transporte da matéria-prima colhida à empresa processadora	Motorista da empresa processadora	Até as *Z* horas	Todas as caixas com matérias-primas colhidas	Na administração da propriedade rural	No caminhão da empresa processadora, protegido de sol e chuva	POP de Transporte de Vegetais	Tipo e quantidade e matéria-prima colhida	Nota fiscal de produtor
Recepção de Matéria-prima	Conferência do pedido	Auxiliar de produção 1	Na chegada da matéria-prima à empresa	Conformidade com o pedido (tipo X quantidades)	Na área de recepção de matéria-prima	Pesagem em ambiente coberto	POP de Recepção de Matérias-primas	Tipo, peso e origem	Ficha de avaliação de matéria-prima recebida
Recepção de Matéria-prima	Verificação da qualidade da matéria-prima	Auxiliar de produção 1	Na chegada da matéria-prima à empresa	Tamanho, cor, oxidação e frescor. Pesticidas (carência e outros)	Na área de recepção de matéria-prima	Inspeção visual e no caderno de campo em ambiente coberto	POP de Recepção de Matérias-primas	Aceite Neste caso, unidades do vegetal por caixa	Ficha de avaliação de matéria-prima recebida

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Recepção de Matéria-prima (cont.)	Estocagem em câmara fria	Auxiliar de produção 1	Após conferência do pedido e verificação da qualidade	Toda a matéria-prima que for processada imediatamente	Na área de recepção de matéria-prima	Nas caixas vermelhas, empilhadas a até 2 m de altura	POP de Recepção de Matérias-primas	Cartões com data de recebimento e tipo de vegetal	Nas últimas caixas de cada pilha de um mesmo produto e origem
	Transporte das caixas das matérias-primas até a área de pré- lavagem	Auxiliar de produção 1	Início do processamento	Toda a matéria-prima necessária para processamento	Na área de recepção de matéria-prima/câmara fria	Nas caixas vermelhas, empilhadas sobre carrinhos para caixas	POP de Recepção de Matérias-primas	Tipo e quantidade e matéria-prima transportada e recebida para pré-lavagem	Registro de Rendimento de Processo (Entrada de produto para processamento)
	Controle da refrigeração e umidade da câmara fria de estocagem de matérias-primas	Auxiliar de produção 1	Continuamente	Temperatura entre 3 e 5 ºC e UR de 90%	No termômetro da câmara fria	Anotações pela manhã e pela tarde	POP de Recepção de Matérias-primas	Temperatura da câmara fria	Registro de temperatura da câmara fria
	Controlar a aferição do termômetro da câmara fria	Empresa terceiri-zada	A cada 6 meses	Termômetro da câmara fria	Na empresa	Contatando a empresa terceirizada	POP de calibração de instrumentos de medida	Data de calibração Instrumento calibrado	Certificado de calibração
	Descarte de matéria-prima com injúrias e folhas externas, quando for o caso	Auxiliares de produção 2 e 3	Início do processamento	Retirada de material com injúrias e folhas externas	Na área de pré-lavagem de vegetais	Inspeção visual, manipulação e recolhimento do descarte em caixas	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Pré-lavagem	Retirada de sujidades (terra, areia, galhos) dos vegetais selecionados em água potável	Auxiliares de produção 2 e 3	Imediatamente antes do processamento	Ausência de sujidades no vegetal	Na área de pré-lavagem de vegetais	Imersão dos vegetais em água e inspeção visual	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Controle de turbidez da água	Auxiliares de produção 2 e 3	Continuamente	Alta turbidez da água de pré-lavagem	No tanque de pré-lavagem	Inspeção visual da cor da água	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Troca da água de pré-lavagem	Auxiliares de produção 2 e 3	Quando for detectada alta turbidez na água	Troca para água limpa	No tanque de pré-lavagem	Esvaziamento e enchimento com água limpa	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
1ª lavagem	Entrada de vegetal pré-lavado para a área de processamento	Auxiliares de produção 2 e 3	Após a pré-lavagem	Vegetal pré-lavado	No óculo da área de pré-lavagem de vegetais	Manualmente em caixas amarelas	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Alimentação dos vegetais na lavadora automática	Auxiliar de Produção 4	No recebimento de vegetal pré-lavado	Vegetais pré-lavados	Na área de processamento	Transferência manual para a lavadora	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Controle da concentração de detergente	Auxiliar de Produção 4	Ao carregar a lavadora com água	Detergente a base de óleo de côco	Na água de lavagem	Dosagem de acordo com fabricante	Manual de Boas Práticas de Fabricação, Instrução de trabalho e especificação técnica	Não se aplica	Não se aplica
	Recolhimento e estocagem dos vegetais lavados	Auxiliar de Produção 4	Continuamente após a lavagem	Vegetais lavados	Após esteira de transporte da lavadora	Em caixas plásticas brancas	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Espera dos vegetais lavados para a sanitização	Auxiliar de Produção 4	Durante o processamento	Caixas brancas com vegetais lavados	Na área antes dos tanques de sanitização	Em pilhas de 2 m com caixas pretas na base	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
1ª lavagem	Entrada de vegetal pré-lavado para a área de processamento	Auxiliares de produção 2 e 3	Após a pré-lavagem	Vegetal pré-lavado	No óculo da área de pré-lavagem de vegetais	Manualmente em caixas amarelas	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Alimentação dos vegetais na lavadora automática	Auxiliar de Produção 4	No recebimento de vegetal pré-lavado	Vegetais pré-lavados	Na área de processamento	Transferência manual para a lavadora	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Controle da concentração de detergente	Auxiliar de Produção 4	Ao carregar a lavadora com água	Detergente a base de óleo de côco	Na água de lavagem	Dosagem de acordo com fabricante	Manual de Boas Práticas de Fabricação, Instrução de trabalho e especificação técnica	Não se aplica	Não se aplica
	Recolhimento e estocagem dos vegetais lavados	Auxiliar de Produção 4	Continuamente após a lavagem	Vegetais lavados	Após esteira de transporte da lavadora	Em caixas plásticas brancas	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Espera dos vegetais lavados para a sanitização	Auxiliar de Produção 4	Durante o processamento	Caixas brancas com vegetais lavados	Na área antes dos tanques de sanitização	Em pilhas de 2 m com caixas pretas na base	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
Corte	Corte dos vegetais, se necessário	Auxiliares de produção 5 e 6	Sempre que necessário	Corte	Sobre bancadas ou nos cortadores	Com facas afiadas ou inserindo nos cortadores	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Afiação das facas	Auxiliares de produção 5 e 6	Quando perder a capacidade de corte	Fio de corte	Sobre as bancadas	Com afiadores manuais ou elétricos	Instrução do equipamento de afiação	Não se aplica	Não se aplica
	Sanitização das bancadas, cortadores e facas	Auxiliares de produção 5 e 6	Antes do uso	Bancadas, facas e cortadores	Sobre bancadas ou nos cortadores	Seguir procedimentos do POP	POP de Sanitização de Equipamentos, Móveis e Utensílios	Variáveis de Sanitização do POP	Registro de Sanitização

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Enxágüe	Imersão dos vegetais em água de enxágüe	Auxiliar de Produção 7	Após as operações de lavagem e/ou corte	Caixas brancas contendo vegetais	Nos tanques de enxágüe	Imersão manual por duas vezes e retirada	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Troca da água de enxágüe	Auxiliar de Produção 7	Sempre que houver coloração forte na água pelo vegetal	Água de enxágüe de vegetais	Nos tanques de enxágüe	Esvaziamento e enchimento com água limpa	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Controle da potabilidade da água de enxágüe	Auxiliar de Produção 7	Sempre que houver troca de água de enxágüe	Controle de cloro residual livre (CRL) entre 1 e 5 ppm	Na água de lavagem de vegetais	Cloração e verificação com kit medidor de CRL	Manual de Boas Práticas de Fabricação e Instrução do kit medidor de CRL	Não se aplica	Não se aplica
Desinfecção	Imersão dos vegetais em solução desinfetante	Auxiliar de Produção 7	Após o enxágüe dos vegetais	Caixas brancas contendo vegetais enxaguados	Nos tanques de desinfecção	Imersão manual na concentração e tempo conforme Quadro 3.2 (Cap.3)	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Controle da concentração de desinfetante	Auxiliar de Produção 7	A cada hora ao sinal luminoso	A solução de desinfecção conforme Quadro 3.2 (Cap.3)	Nos tanques de desinfecção	Kit de análise de cloro, pH ou medidor de ozônio	POP de Desinfecção de Vegetais	Concentração de desinfetantes da solução nos tanques	Registro de Sanitização de Vegetais
	Controle do tempo de desinfecção	Auxiliar de Produção 7	No início do processo	Tempo de retenção das caixas com vegetais	Nos tanques de desinfecção	Medir o tempo conforme Quadro 3.2 (Cap.3) com alarme sonoro	POP de Desinfecção de Vegetais	Não há	Não há
	Controle de caixas com vegetais sanitizados	Auxiliar de Produção 7	Após a operação de desinfecção	Caixas (ou pilhas de caixas) contendo vegetais sanitizados	Próximo á área de centrifugação	Dispondo uma bandeira verde na caixa branca mais alta da pilha	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE					Documento Orientador	REGISTROS	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Centrifugação	Controle do processo de centrifugação	Auxiliar de Produção 8	Após a operação de desinfecção	Velocidade de rotação e tempo de centrifugação	Nas centrífugas	Regulagem da velocidade de rotação e desligamento automático	Instrução de trabalho e do equipamento	Não se aplica	Não se aplica
Seleção e pesagem	Controle da sanitização dos cestos das centrífugas	Auxiliar de Produção 8	Antes da centrifugação, a cada duas horas ou sempre que necessário	Sanitização dos cestos	Na área de centrifugação	Seguir procedimentos do POP ao sinal luminoso	POP de Sanitização de Equipamentos, Móveis e Utensílios	Variáveis de Sanitização do POP	Registro de Sanitização
	Controlar a aferição das balanças	Empresa terceiri-zada	A cada 6 meses	Balanças de pesagem	Na empresa	Contatando a empresa terceirizada	POP de calibração de instrumentos de medida	Data de calibração Equipamento calibrado	Certificado de calibração
	Controlar a higiene das mãos dos colaboradores encarregados do processo manual de pesagem	Auxiliares de produção 9, 10 e 11	Início do processo, a cada 30 minutos ou sempre que necessário (mudança de atividade)	As mãos dos manipulado-res	Na área de seleção, pesagem e embalagem	Sanitização das mãos com álcool 70% em gel ao sinal sonoro	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Controlar a higiene das superfícies das bancadas e/ou utesílios de exposição do vegetal.	Auxiliares de produção 9, 10 e 11	A cada mudança de tipo de vegetal embalado	Bancadas e utensílios	Nas bancadas de seleção, pesagem e embalagem	Lavando com água, secando com pano limpo e desinfetando com solução de álcool 70%	POP de Sanitização de Equipamen-tos, Móveis e Utensílios	Variáveis de Sanitização do POP	Registro de Sanitização
	Separar vegetais com oxidação, ataque de pragas e com defeitos de formação que tenham passado na primeira selação realizada.	Auxiliares de produção 9, 10 e 11	Continuamente	Vegetais com defeitos ou injúrias	Nas bancadas de seleção, pesagem e embalagem	Inspeção visual, separando-os em caixas brancas e pesando-os ao final	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Peso de produto do 2º descarte	Registro de Rendimen-to de Processo

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Embalagem	Controlar os enchimento das embalagens com gás inerte, no caso de embalagens com atmosfera modificada.	Auxiliar de produção 12	Continuamente durante a embalagem	Retirada do ar da embalagem	Na área de embalagem	Ajustando o equipamento ou controlar o nível da retirada manual do ar	Manual de Boas Práticas de Fabricação e Instrução do fabricante do equipamento	Tipo de gás utilizado e concentração	Registro de embalagem
	Controlar a selagem das embalagens flexíveis (sacos poliméricos) e embalagens rígidas (caixas plásticas)	Auxiliar de produção 12	Continuamente durante a embalagem	Embalagem após selada	Na área de embalagem	Pressionando a embalagem e verificando a entanqueidade	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Número de embalagens defeituosas	Registro de defeitos em embalagens
	Disposição do produto embalado em caixas plásticas vazadas e limpas.	Auxiliar de produção 1	Após a embalagem	Produtos embalados nas caixas	Na área de embalagem	Em caixas plásticas verdes	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não se aplica	Não se aplica
	Avaliação do rendimento de cada matéria-prima selecionada	Auxiliar de produção 1	Ao final do processamento	Peso do produto final total	Na área de embalagem	Contando as embalagens	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Peso de produto final pelo peso da matéria-prima	Registro de Rendimento de Processo
Estocagem em câmara fria	Estocagem imediata do produto final em refrigeração separada fisicamente da matéria-prima	Auxiliar de produção 1	Continuamente	Caixas verdes com produto final	Na área de embalagem	Em pilhas nas câmaras frias	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Destino das caixas	Planilha de atendimento a clientes
	Controle da refrigeração e umidade da câmara fria de estocagem de produtos finais	Auxiliar de produção 1	Continuamente	Temperatura entre 3 e 5°C	No termômetro da câmara fria	Anotações pela manhã e pela tarde	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Temperatura da câmara fria	Registro de temperatura da câmara fria
	Controlar a aferição do termômetro da câmara fria	Empresa terceirizada	A cada 6 meses	Termômetro da câmara fria	Na empresa	Contatando a empresa terceirizada	POP de calibração de instrumentos de medida	Data de calibração Instrumento calibrado	Certificado de calibração

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	*MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE*					Documento Orientador	*REGISTROS*	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Transporte	Controlar a higiene dos caminhões	Motorista da empresa processadora	Antes do transporte, diariamente	Limpeza	Baú refrigerado	Sanitização	POP de Transporte de Vegetais e Instrução de Trabalho	Data e placa do veículo e cumprimento da sanitização	Registro de cumprimento de atividades
	Controle contínuo da temperatura dos caminhões entre 5 e 10ºC.	A empresa processadora	Durante o transporte	Temperatura do baú refrigerado entre 5 e 10 ºC	No baú refrigerado do caminhão, durante o transporte	Utilização de registrador micro-processado de temperatura	POP de Transporte de Vegetais e Instrução de Trabalho	Data, placa do veículo e gráfico de temperatura	Registro de temperatura de transporte de produtos
	Garantir a circulação de ar frio entre as caixas com produto final transportado.	Motorista da empresa processadora	A cada novo carregamento	Refrigeração adequada dos produtos durante o transporte	No baú refrigerado do caminhão, durante o transporte	Disposição das caixas afastadas a 10 cm das laterais do baú	POP de Transporte de Vegetais e Instrução de Trabalho	Verificação do cumprimento deste requisito	Registro de cumprimento de atividades
	Realizar o carregamento e descarregamento no menor tempo possível.	Motorista da empresa processadora	A cada carregamento ou descarrega-mento	Tempo de descarregamento	Nos caminhões	Iniciar e acabar o trabalho sem interrupções	POP de Transporte de Vegetais e Instrução de Trabalho	Avaliação do cliente	Ficha de Avaliação de Produtos entregues
Distribuição	Conferência do pedido	Cliente	A cada recebimento dos produtos	Conformidade com o pedido (tipo X quantidades)	Na empresa do cliente	Verificação da nota fiscal	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Aceite do produto	Recibo de nota fiscal e Ficha de Avaliação de Produtos entregues
	Verificação da qualidade aparente dos produtos finais	Cliente	A cada recebimento dos produtos	Embalagem, validade, oxidação e frescor	Na empresa do cliente	Inspeção visual dos produtos entregues	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Aceite do produto	Ficha de Avaliação de Produtos entregues

continua

Quadro 7.2 (cont.) – Matriz de monitoramento de atividades das etapas do processamento mínimo de vegetais

Etapa	Atividade	MONITORAMENTO, MEDIÇÃO E ANÁLISE					Documento Orientador	REGISTROS	
		Quem?	Quando?	O que?	Onde?	Como?		O que?	Onde?
Distribuição (cont.)	Conferência do pedido	Cliente	A cada recebimento dos produtos	Conformidade com o pedido (tipo X quantidades)	Na empresa do cliente	Verificação da nota fiscal	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Aceite do produto	Recibo de nota fiscal e Ficha de Avaliação de Produtos entregues
	Verificação da qualidade aparente dos produtos finais	Cliente	A cada recebimento dos produtos	Embalagem, validade, oxidação e frescor	Na empresa do cliente	Inspeção visual dos produtos entregues	Manual de Boas Práticas de Fabricação	Aceite do produto	Ficha de Avaliação de Produtos entregues
	Estocagem imediata do produto final em câmara fria	Cliente institucional	A cada recebimento dos produtos	Temperatura entre 3 e 5 °C	Nas câmaras frias dos clientes	Orientação ao cliente	Especificação Técnica do Produto	Não se aplica	Não se aplica
	Manutenção do produto final em exposição nas gôndolas	Cliente varejista	A cada recebimento dos produtos	Temperatura de até 10ºC	Nas gôndolas dos clientes	Orientação ao cliente	Especificação Técnica do Produto	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Elaborado pelos autores

As descrições das atividades relacionadas na matriz devem ser formalizadas em POP ou no Manual de Boas Práticas de Fabricação. As atividades descritas em POP são uma seqüência de instruções (passo-a-passo) necessárias para padronizar a adequada execução e geram necessariamente registros de evidencias das operações realizadas. A formalização das atividades que são registradas no Manual de Boas Práticas de Fabricação compreende o estabelecimento das condições para a execução das atividades. Estas questões serão discutidas mais detalhadamente no item "Documentação da Qualidade".

Fase 5

Esta fase mostra o processo de avaliação da qualidade dos produtos entregues aos clientes. No intuito de formalizar as reclamações e permitir que os desvios tenham suas causas investigadas, é necessário que as informações relacionadas à entrega dos produtos sejam devidamente preenchidas pelos clientes. A Figura 7.7 mostra uma proposta de ficha de avaliação dos VMP entregues.

Os atributos identificados na ficha de avaliação são os mais comuns, de acordo com as necessidades identificadas pelos clientes. É esperado que a ficha seja entregue freqüentemente com todas as opções marcadas como atendidas. Entretanto, devido à grande variabilidade das condições das matérias-primas, da possibilidade de ações oportunistas por parte de motoristas e até mesmo por não-conformidades de processo na empresa processadora, podem surgir problemas que levam à necessidade de verificar as suas causas para que não voltem a se repetir. O quadro 7.3 mostra os problemas mais prováveis que podem ocorrer e indicam as suas causas mais prováveis.

FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTOS ENTREGUES

Prezado Cliente: Por favor, avalie os atributos da qualidade dos produtos entregues e devolva a ficha ao motorista. Em caso de urgência, ligue para a empresa no telefone (xx) xxxx-yyyy (Sr. XXXX)

Cliente:			Data:
Horário de entrega:	Temp. Veículo (°C):		Temp. Produtos (°C):
Atributos para avaliação	Atendido	Não atendido	Problemas identificados
1) Prazo de entrega			
2) Conformidade com o pedido			
Tipos de itens entregues			
Quantidade por item entregue			
3) Atributos aparentes			
Cor			
Frescor			
Presença de oxidação			
Tipo de corte			
Tamanho/formato das folhas			
Espessura do corte (frutas e legumes)			
4) Comportamento do motorista			
5) Integridade das embalagens			

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7.7 - Exemplo de ficha de avaliação de produtos entregues

Quadro 7.3 - Não-conformidades mais prováveis nas características da qualidade de produtos finais

Não-conformidades verificadas	Causas prováveis	Ações corretivas
Entrega de produto fora do prazo	Atraso na colheita de matéria-prima por falta de planejamento do produtor rural	Acompanhamento e treinamento do produtor rural no planejamento da colheita
	Atraso na entrega de matéria-prima por falta de planejamento da empresa processadora	Treinamento do motorista da empresa na logística de transporte do produto à empresa processadora
	Falta de planejamento na produção	Revisão da capacidade máxima de produção da empresa
		Análise a capacidade do processo produtivo da empresa e verificar os garagalos
		Treinamento dos funcionários para as funções desenvolvidas
	Problemas com trânsito congestionado	Revisão de intinerários e horários com menor tráfego
	Quebra de veículos	Revisão do plano de manutenção preventiva de veículos
	Falta de planejamento de rota	Revisão do processo de envio do planejamento de rota aos motoristas
		Treinamento de motoristas na interpretação do planejamento
Falta de conformidade com os pedidos	Falta de planejamento de matéria-prima	Acompanhamento e treinamento do produtor rural no planejamento da produção
	Falta de informação aos clientes das matérias-primas com problemas de abastecimento/qualidade	Treinamento do responsável na melhoria de comunicação empresa processadora-produtor rural e empresa processadora-clientes
	Consolidação errada dos pedidos	Treinamento do responsável pela consolidação dos pedidos
	Erro na interpretação do planejamento de rota	Treinamento de motoristas na interpretação do planejamento
Coloração inadequada do produto final	Matéria-prima colhida fora do ponto de colheita	Acompanhamento e treinamento do produtor rural no planejamento da colheita

continua

Quadro 7.3 (cont.) - Não-conformidades mais prováveis nas características da qualidade de produtos finais

Não-conformidades verificadas	Causas prováveis	Ações corretivas
Falta de frescor e problemas de oxidação	Matéria-prima colhida fora do ponto de colheita	Acompanhamento e treinamento do produtor rural no planejamento da colheita
	Temperatura de estocagem inadequada	Melhorar o controle de temperatura de estocagem
	Temperatura de transporte inadequada	Revisão do funcionamento dos compressores de ar
		Verificar oportunismo dos transportadores
		Revisão do horário de entrega para períodos menos quentes
	Falta de circulação do ar frio na câmara de estocagem ou no baú refrigerado	Diminuir a quantidade de caixas transportadas em um único baú. Dimensionar novos baús.
	Sistema de embalagem inadequado/rompido	Avaliar se o filme e a composição gasosa empregados são adequados ao(s) vegetal(is) embalado(s), conforme Capítulo 4 Verificar existência de rompimento na embalagem
Tipo e espessura de corte/fatiamento fora dos padrões	Erro no ajuste de equipamento de corte	Treinamento dos colaboradores nas especificações de corte manual e seleção das facas dos equipamentos
	Erro no corte manual	
Tamanho/formato inadequado das folhas	Matéria-prima colhida fora do ponto de colheita	Acompanhamento e treinamento do produtor rural no planejamento da colheita
	Erros na seleção das folhas para processamento	Treinamento dos colaboradores na seleção de folhas em relação a tamanho e formato
Comportamento inadequado dos motoristas	Uniformização incompleta, apesar de estar disponível	Treinamento dos motoristas no uso do uniforme
	Uniformização incompleta ou em mal estado de conservação	Providenciar uniformização adequada
	Atendimento grosseiro	Treinamento dos motoristas nas formas de tratamento ao cliente
	Higiene pessoal não satisfatória	Treinamento dos motoristas em Higiene pessoal

continua

Quadro 7.3 (cont.) - Não-conformidades mais prováveis nas características da qualidade de produtos finais

Não-conformidades verificadas	Causas prováveis	Ações corretivas
Problemas na integridade da embalagem	Embalagem rompida por excesso de peso	Verificar forma de transporte do produtos que deve ser realizado em caixas
	Embalagem rompida por problemas de selagem	Treinamento dos colaboradores/ verificação da temperatura de selagem ou umidade na zona de selagem
	Embalagem rompida por excesso de produtos nas caixas	Treinamento dos colaboradores no número máximo de embalagens por caixa
	Embalagem rompida por manuseio indevido durante o transporte	Treinamento dos motoristas no manuseio das caixas durante carga e descaraga

Fonte: Elaborado pelos autores

7.5 Documentação da Qualidade

A documentação da qualidade para o processamento mínimo de vegetais é composta do Manual de Boas Práticas de Fabricação (MBPF), dos Procedimentos Operacionais Padrões (POP), das Instruções de Trabalho (IT), das Especificações Técnicas (ET), dos registros, lista de verificação e plano de ações corretivas. O quadro 7.4 mostra as suas definições.

Quadro 7.4 - Documentações da qualidade do SGQS/VMP

Tipo de documento	Conteúdo	Exemplo prático do conteúdo
Manual de Boas Práticas de Fabricação	Estabelece as condições gerais necessárias do ambiente produtivo e das operações que devem ser realizadas focando sempre a garantia da qualidade e segurança.	Descrição genérica sobre a forma de recebimento de matérias-primas contendo as características de construção do local, a logística necessária, os cuidados, entre outros.
Procedimentos Operacionais Padrões	Estabelece descrição da rotina (passo-a-passo) das atividades a serem executadas, incluindo a forma de registro das variáveis como fontes de evidências da execução das atividades. É um documento controlado do SGQS/VMP.	POP "Recebimento de matéria-prima para processamento" que descreve o passo a passo operacional de quem (?) a recebe, como a recebe, e o que e onde se registra dados que evidenciem que foi recebida dentro dos requisitos.

continua

Quadro 7.4 (cont.) - Documentações da qualidade do SGQS/VMP

Tipo de documento	Conteúdo	Exemplo prático do conteúdo
Instruções de Trabalho	São formas de apresentação de rotinas por meio de fotos, gravuras ou outras ilustrações com o objetivo de facilitar o entendimento por parte dos colaboradores por meio de observação rápida e direta. Geralmente fazem parte de anexos de POP.	Instrução de trabalho para sanitização de mãos que mostra desenhos das mãos passando pelas etapas necessárias (pré-enxágüe, limpeza com detergente, secagem e desinfecção).
Especificações Técnicas	Detalhamento das especificações de insumos (embalagens, produtos químicos, rótulos, outros), matérias-primas e produtos finais que fornecem uma orientação para a aquisição e avaliação dos mesmos. São anexos do POP de Seleção de Matérias-primas, embalagens, produtos químicos e ingredientes.	ET do produto "Salada de Alface Americana", contendo o peso, as informações nutricionais, a forma de apresentação, as características sensoriais, o tamanho médio de folhas, entre outros.
Registros	Conjunto de dados que representam a medição ou a percepção de características dos processos ou do vegetal, em suas diversas etapas de produção, e que, juntos ou não, conduzem em algum tipo de informação que possa ser utilizada para a tomada de decisões ou simplesmente evidenciar a realização de uma determinada atividade. Podem ser manuais, automatizados ou digitais.	Registro de recepção de matéria-prima, contendo a data, horário de entrega, origem, peso total e destino do material.
Lista de verificação (*check-list*)	Lista de itens relacionados exclusivamente às operações e à documentação que podem influenciar na qualidade e segurança dos produtos finais. Este documento guia a coleta sistemática de informações no intuito de avaliar a conformidade dos itens ao que foi estabelecido.	Lista de verificação de auditoria interna do SGQS/VMP.
Plano de Ações Corretivas	Formulário consolidado com a lista de não-conformidades verificadas nas auditorias internas, contendo sua descrição, a ação corretiva, o nível de severidade para a segurança dos vegetais e o prazo para a conclusão da ação corretiva.	Plano de Ações Corretivas do SGQS/VMP

Fonte: Elaborado pelos autores.

1) Estrutura dos documentos

Este item tem por finalidade mostrar a estrutura básica do MBPF e dos POP, uma vez que não é o objetivo deste capítulo o aprofundamento na sua confecção. Entretanto, com as estruturas fornecidas e com base no Quadro 7.2, o leitor terá um conjunto de informações que possibilite a elaboração de tais documentos que devem compor o SGQS/VMP. As IT, ET e registros serão especificados no item que mostra a estrutura dos POP. A lista de verificação e o plano de ação corretiva serão mostrados mais adiante.

a) Manual de Boas Práticas de Fabricação

O MBPF é um documento controlado da empresa processadora e deve ser revisado anualmente, ou sempre que houver alterações. Inclui como anexo uma lista dos POP. Quando for pertinente, há uma referencia ao número dos POP no texto do MBPF. O quadro 7.5 resume a estrutura básica do MBPF.

Quadro 7.5 – Estrutura básicado MBPF para o SGQS/VMP

Estrutura do conteúdo	Elementos do conteúdo
Identificação da empresa	Dados da empresa (nome, endereço, CNPJ e dados para contatos).
Relação dos produtos e suas disposições	Portfólio de produtos com as opções de embalagens.
Instalações da empresa processadora de VMP	
Localização	Descrição do meio ambiente que a empresa se situa.
Vias de acesso interno	Descrição da pavimentação e existência de coberturas contra intempéries, quando for o caso.
Edifício e instalações	Descrição das instalações elétricas, hidrossanitárias, civil e de utilidades (água gelada, gás, entre outros) nas diferentes áreas de processamento.
Equipamentos e materiais	Descrição dos equipamentos existentes e material de construção.
Sanitização das Instalações	Descrição sucinta dos princípios utilizados nas sanitizações dos diferentes ambientes da empresa processadora.
Requisitos de Saúde e Higiene Pessoal	Descrição sucinta dos requisitos necessários em relação à saúde e à higiene pessoal dos colaboradores para atuar nas atividades de processamento mínimo de vegetais.
Requisitos Operacionais	Descrição sucinta das etapas de processamento mínimo e as necessárias para controlar o processo.
Controle de Pragas	Descrição sucinta das estratégias para que seja evitada a entrada ou o abrigo de pragas na empresa processadora.
Documentações e Registros	Listagem dos documentos existentes e descrição das estratégias para utilização e revisão, incluindo o controle de revisões.
Melhoria dos processos	Descrição da estratégia adotada para a melhoria dos processos por meio do Plano de ações corretivas, obtido a partir da lista de verificação.

Fonte: Elaborado pelos autores

b) Procedimentos Operacionais Padrões

Analogamente ao MBPF, os POP também são documentos que devem sofrer revisão anualmente, ou sempre que houver mudanças. Como são documentos operacionais e as operações são alvos constantes de processos de melhorias, é muito provável que se tenha mais de uma revisão em um ano. Por isto, devem fazer parte do anexo do MBPF e possuírem referencias cruzadas no conteúdo deste Manual. Um erro bastante comum na organização da documentação da qualidade é a inserção dos POP como conteúdo do MBPF. Embora não seja tecnicamente errado, neste caso, a alteração de qualquer POP implica na revisão de todo o MBPF. Isso torna o processo de controle e atualização de documentos mais complexo e oneroso, tendo grande possibilidade de ser inviabilizado na prática. Organizando os POP na forma de anexos do MBPF, a atualização condicional do MBPF aos POP somente ocorrerá se houver a exclusão ou a introdução de um POP no SGQS/VMP, o que é mais raro. O quadro 7.6 mostra os POP nas empresas de VMP e suas especificidades.

A estrutura básica do POP é composta de uma margem superior, o corpo do texto e uma margem inferior. A margem superior contém o seu título, o número do documento, a versão da revisão e o número da página versus o numero total de páginas do documento. O corpo do texto contém o objetivo do POP, o procedimento, a freqüência e o(s) responsável(is) pelo procedimento. A margem inferior contém as datas e assinaturas de quem, originalmente, elaborou o documento e de quem o revisou. As revisões dos POP têm somente o nome de quem o elaborou e a assinatura do revisor. A Figura 7.8 mostra um exemplo de modelo de POP.

<table>
<tr><td rowspan="3">Logotipo da empresa</td><td colspan="3">PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Título:</td><td colspan="2">Núm. POP:</td></tr>
<tr><td>Rev:</td><td>Pag:</td></tr>
</table>

Objetivo:

Procedimento:

Freqüência:

Responsáveis:

Observações:

Elaboração:	**Ass.**	**Data:**
Revisão:	**Ass.**	**Data:**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7.8 - Exemplo de modelo de POP

Quadro 7.6 - Estrutura dos POP e seu conteúdo para o SGQS/VMP

Título do Procedimento	L/R	Objetivo	Etapas previstas	Freqüência	Registros
Seleção de matérias-primas, produtos químicos para sanitização, ingredientes e embalagens	L	Garantir que as matérias-primas e embalagens estejam de acordo com os requisitos estabelecidos	Especificação das características técnicas das matérias-primas (nível de frescor, cor, tamanho, variedades), das embalagens (material do filme ou das bandejas), ingredientes (tipos e disposição dos molhos) e produtos químicos (concentração, nível de pureza, quantidade e tipo de embalagem). Geram anexos chamados de "Especificações Técnicas"	Contínua	Ficha de recepção de matérias-primas, embalagens, produtos químicos e ingredientes, contendo a data de recebimento, a origem, a quantidade e a confirmação de conformidade com as "Especificações Técnicas" individuais
Pedido de matéria-prima	R	Garantir exatidão na comunicação de pedido de matéria-prima ao produtor rural para atendimento eficiente aos pedidos	Contatar o produtor rural; informar quantidade de matéria-prima, data e hora de coleta; enviar planilha para conferencia do material colhido e pedido pelo motorista; comunicar à empresa problemas com quantidades	Diária, para cada produtor	Planilha contendo os pedidos aos produtores rurais
Recepção de Matérias-primas	R	Garantir a integridade do vegetal para o processamento	Verificação de origem, peso, tipo (itens), conferência do pedido, avaliação da qualidade aparente (cor, frescor, presença de oxidação, tamanho), destino (processamento imediato ou câmara fria)	Diariamente, a cada recebimento	Ficha de avaliação de matéria-prima recebida contendo tipo, peso, origem, aceite da qualidade aparente, destinação.
Controle de potabilidade da água	L	Garantir que a água usada no processamento não seja veículo de contaminação ou recontaminação	Verificação e correção da concentração do cloro residual livre (CRL) na faixa de 2 a 5 ppm na água utilizada para processamento industrial; definição do ponto de coleta das amostras.	Uma vez por turno (manhã, tarde e noite). Na maioria das empresas, duas vezes por dia (manhã e tarde).	Planilha de verificação da concentração por turno. No caso de correção, volume e concentração do hipoclorito adicionado, e valor resultante

continua

Quadro 7.6 (cont.) - Estrutura dos POP e seu conteúdo para o SGQS/VMP

Título do Procedimento	L/R	Objetivo	Etapas previstas	Freqüência	Registros
Calibração de instrumentos de medida	L	Garantir que a medição pelos instrumentos seja exata.	Instrução detalhada do processo de calibração por instrumento, ou forma e requisitos de contratação na terceirização de empresas.	Diária ou semanal (no caso de medidores de pH) a 6 meses (no caso de termômetros e balanças)	Certificado (ou selo) de calibração dos instrumentos e/ou contrato com empresa terceirizada.
Desinfecção de vegetais	R	Garantir minimização de microrganismos deteriorantes e eliminação dos patogênicos da superfície dos vegetais	Desinfecção na concentração e tempo de imersão de acordo com o agente desinfetante conforme o Quadro 3.2 (Capítulo 3) e enxágüe final.	Continuamente durante o processo de desinfecção dos vegetais	Concentração do agente desinfetante e tempo de imersão.
Requisitos de Higiene e Saúde do Trabalhador	L	Minimizar a possibilidade de contaminação do produto pelos colaboradores com problemas de saúde, por higiene pessoal insatisfatória ou por comportamento higiênico inadequado.	Lista da uniformização necessária e obrigatória; Relação dos requisitos de higiene pessoal (freqüência de banhos, ausência de barba/bigode, tamanho de unhas, entre outros); Comunicação de enfermidades clínicas sintomáticas e assintomáticas; Comunicação de surgimento de feridas e doenças de pele.	Contínua	Ficha da verificação diária pelo supervisor quanto ao atendimento dos requisitos de higiene pessoal e uniformização; Atestados médicos na pasta funcional.

continua

Quadro 7.6 (cont.) - Estrutura dos POP e seu conteúdo para o SGQS/VMP

Título do Procedimento	L/R	Objetivo	Etapas previstas	Freqüência	Registros
Sanitização das instalações, bancadas, utensílios e equipamentos	L	Garantir baixos níveis da microbiota deteriorante e ausência de microbiota patogênica nestas instalações minimizando possibilidade de contaminação cruzada dos produtos.	Pré-lavagem, limpeza com detergente neutro (nas recomendações do fabricante), desinfecção (com hipoclorito de sódio a 100-200ppm/15 min/pH 6-7) e enxágüe final. Para bancadas e utensílios, existe a opção de uso de álcool a 70%	No início das operações, a cada 2 horas (centrífugas), ou na troca de produtos (bancadas).	Preparação das soluções sanitizantes (data e concentração); monitoramento da concentração, do tempo e do pH do desinfetante utilizado antes e durante o uso
Sanitização de reservatórios de água	L	Garantir a qualidade da água estocada e conseqüentemente a eficiência no controle de potabilidade da água	Escovação com escovas de cerdas plásticas, eliminação das sujidades, enxágüe, desinfecção com solução de cloro a 100ppm, pH 6-7 por 15 minutos e novo enxágüe.	A cada seis meses	Planilha de sanitização de reservatórios de água contendo data e horário de início e término da operação.
Manejo de resíduos agroindustriais	L	Minimizar possibilidade de contaminação cruzada dos vegetais por resíduos do processamento	Determinar locais de armazenamento (caçambas, galpões, outros) de resíduos orgânicos (restos de vegetais) e inorgânicos (bombonas, papelão, plásticos, isopor) oriundos do processamento	Orgânicos: diariamente Inorgânicos: indeterminado, desde que o acúmulo não contribua para a proliferação de pragas (sugestão: mensal)	Registro da data de coleta, peso estimado, quem coletou e destinação (alimentação de animais, compostagem, reciclagem, outros).

continua

Quadro 7.6 (cont.) - Estrutura dos POP e seu conteúdo para o SGQS/VMP

Título do Procedimento	L/R	Objetivo	Etapas previstas	Freqüência	Registros
Controle de pragas	L	Minimizar a possibilidade de contaminação cruzada dos vegetais e superfícies por pragas	Por possuir operações muito especializadas, sugere-se sempre a terceirização. Neste caso, descreve-se a forma de contratação da empresa, os requisitos que a empresa deve possuir (licenças, responsável técnico, outros) e a necessidade de monitoramento semanal	A cada contratação. A freqüência está associada ao POP e não à atividade de controle de pragas, que deve ser prevista em contrato. Sugere-se ser no mínimo semanal e contínua	Contrato com a empresa que realiza o controle de pragas que emite relatórios detalhados informando o método de controle, produtos utilizados e levantamento de pragas identificadas.
Transporte de Vegetais	R	Minimizar injúrias no vegetal (matéria-prima ou produto final) transportado.	Estabelecimento do protocolo de limpeza diária da carroceria/baú dos veículos; especificação do empilhamento máximo de 2m de caixas; especificação do espaçamento de 10cm entre as laterais dos caminhões e as caixas com produtos finais (transporte refrigerado); estabelecimento do monitoramento de temperatura automático; estabelecimento de agilidade na carga e descarga nos clientes. Geram Instruções de Trabalho	Verificação do monitoramento de temperatura: diário na chegada do retorno dos caminhões à empresa; Demais condições: a cada transporte (contínuo)	Lista de verificação contendo o cumprimento do processo de sanitização e condições de empilhamento e espaçamento de caixas; Registro do monitoramento automático de temperatura.
Recolhimento de produtos não-conformes	L	Garantir que vegetais processados não-conformes sejam consumidos	Após confirmar não-conformidade no(s) produto(s), identificar os lotes atingidos; identificar clientes atendidos com o lote não-conforme (lote x clientes atendidos); Informar recolhimento aos clientes e transportadores; realizar abatimento na próxima nota fiscal (ou trocar os produtos, se possível)	Sempre ao identificar qualquer não-conformidade	Ficha de recolhimento de produtos não conformes contendo lote não-conforme, data de identificação da não-conformidade, data de recolhimento no cliente, valor abatido (ou produto trocado), valor de transporte.

continua

Quadro 7.6 (cont.) - Estrutura dos POP e seu conteúdo para o SGQS/VMP

Título do Procedimento	L/R	Objetivo	Etapas previstas	Freqüência	Registros
Controle de alterações na Documentação da Qualidade	R	Garantir a recuperação rápida das alterações efetuadas nos documentos	Relacionamento da(s) alteração(ões) realizada(s) ao documento; Inserção da data de modificação, número da nova versão e o responsável pela modificação	Sempre ao realizar a alteração	Planilha de controle de alteração contendo a localização da modificação, o número do documento e da nova versão, a data e o nome do responsável pela alteração. Na margem inferior do documento (data, responsável e número da versão).

L = Procedimento com base legal (obrigatório)

R = Procedimento recomendado (voluntário)

Fonte: Elaborado pelos autores

7.6 Auditoria Interna do SGQS/VMP

O objetivo da auditoria interna do SGQS/VMP é verificar, por meio de uma avaliação sistemática, se as atividades propostas para garantir a qualidade e a segurança dos VMP estão sendo realizadas de acordo com o planejado. Como exemplo, se houve um planejamento para que o cliente preencha uma ficha de avaliação dos produtos recebidos e se não há evidências que mostrem cada uma das fichas para cada entrega efetuada, isto é uma não-conformidade. Se isto ocorre, a empresa precisa entender as causas e tomar as devidas ações corretivas, para que não mais ocorra. Neste mesmo exemplo, se a causa identificada é a falta de tempo alegada pelo cliente para preenchimento da avaliação, a empresa deve se reunir com ele e mostrar a importância para ambas as partes do retorno da avaliação. O termo "auditoria interna" significa que é realizada pela própria empresa. A pessoa encarregada para esta auditoria deve ser o profissional que lidera a implantação do sistema. Os colaboradores devem encarar a auditoria com a devida seriedade e como uma oportunidade de conhecerem melhor o que fazem e as questões que podem ser melhoradas. O quadro 7.7 mostra a proposta de uma lista de verificação que está associada à matriz de monitoramento de atividades da Figura 7.2 e tem seu escopo voltado exclusivamente para as atividades produtivas da cadeia.

Quadro 7.7 - Lista de verificação e fontes de evidências para auditoria interna do SGQS/VMP

Escopo	Verificações	Fontes de evidências
Análise do pedido	Os clientes efetuam pedidos até às N horas para a adequada consolidação pela empresa processadora?	Horário de chegada dos pedidos dos clientes à empresa processadora.
	A empresa processadora consolida os pedidos sem erros?	Ficha de avaliação dos clientes.
Demanda de matérias-primas (produtores rurais)	Os produtores rurais recebem os pedidos da empresa processadora até às X horas?	Entrevista com os produtores rurais.
	A matéria-prima é colhida até às Y horas e transportada unicamente em caixas vermelhas?	Entrevista com os produtores rurais Observação visual
	A matéria-prima é colhida em conformidade com o pedido (tipo, quantidade, qualidade)?	Ficha de avaliação de matéria-prima recebida.

continua

Quadro 7.7 (cont.) - Lista de verificação e fontes de evidências para auditoria interna do SGQS/VMP

Demanda de matérias-primas (produtores rurais) (cont.)	A matéria-prima é transportada protegida do sol e chuva	Observação visual por meio de visitas ao produtor rural.
	A matéria-prima é recolhida até às *Z* horas para ser levada à empresa?	Observação visual por meio de visitas ao produtor rural.
	As matérias-primas não processadas no dia seguem imediatamente para a câmara fria?	Ficha de avaliação de matéria-prima recebida Ficha de Rendimento de Processo (Entrada de produto para processamento)
	A matéria-prima é pesada antes da pré-lavagem?	Ficha de avaliação de matéria-prima recebida; Ficha de Rendimento de Processo (Entrada de produto para processamento)
Processamento mínimo dos vegetais (empresa processadora)	O descarte de folhas externas e injuriadas está sendo eficiente?	Avaliação do peso do produto no 2º descarte no Registro de Rendimento de processo
	Todo o vegetal pré-lavado entra na área de processamento exclusivamente em caixas amarelas?	Observação visual do processo de entrada de vegetal pré-lavado
	O detergente utilizado está de acordo com a Especificação Técnica?	Verificação do detergente em uso e no estoque em comparação com a Especificação Técnica
	Todos os vegetais lavados são recolhidos em caixas exclusivamente brancas?	Observação visual do recolhimento dos vegetas lavados
	As caixas brancas contendo vegetais lavados estão empilhadas sobre uma caixa verde na base da pilha?	Observação visual da área de processamento mínimo
	As facas de corte estão afiadas?	Teste prático de corte e verificação dos vegetais cortados
	A sanitização das bancadas é realizada antes do uso?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores
	A água de enxágüe de vegetais é potável	Medição com kit de avaliação de CRL.
	A concentração da solução desinfetante é medida sempre ao sinal luminoso?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores
	O tempo de sanitização é controlado ao sinal sonoro?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores

continua

Quadro 7.7 (cont.) - Lista de verificação e fontes de evidências para auditoria interna do SGQS/VMP

Escopo	Verificações	Fontes de evidências
	Todas as pilhas de caixas com vegetais sanitizados contêm uma bandeira verde?	Observação visual da área de processamento mínimo
Processamento mínimo dos vegetais (empresa processadora) (cont.)	A velocidade de centrifugação é seguida de acordo com a Instrução de Trabalho?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores
	A sanitização dos cestos das centrífugas é realizada ao sinal luminoso?	Verificação *in situ*; Entrevista com os colaboradores
	Os colaboradores encarregados do processo de embalagem sanitizam suas mãos ao sinal sonoro?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores
	A superfície das bancadas são sanitizadas a cada troca de produto para pesagem/embalagem?	Verificação *in situ*; Entrevista com os colaboradores
	O peso dos vegetais do 2º descarte é medido?	Ficha de Rendimento de Processo
	Todas as embalagens são pressionadas para verificar vazamento?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores
	O produto final é disposto exclusivamente em caixas verdes?	Observação visual da área de processamento mínimo.
	O rendimento do processo é calculado todos os dias?	Ficha de Rendimento de Processo
Entrega e avaliação (transportadores e clientes)	Os produtos finais são estocados nas caixas verdes imediatamente na câmara fria?	Verificação *in situ* Entrevista com os colaboradores
	Os baús dos caminhões estão sempre limpos todos os dias?	Verificação *in situ*; Entrevista com os colaboradores
	Os registros de temperatura durante o transporte são verificados todos os dias?	Ficha de avaliação dos clientes Registros automáticos
	As caixas são carregadas respeitando-se o espaçamento mínimo de 10 cm entre as laterais do baú do caminhão?	Verificação *in situ*; Entrevista com os colaboradores
	A ficha de avaliação do cliente é sempre preenchida e devolvida à empresa processadora?	Ficha de Avaliação de Produtos pelo cliente Notas fiscais de entrega
	O cliente é sempre orientado a manter os produtos imediatamente na câmara fria?	Entrevista com o cliente

Quadro 7.7 (cont.) - Lista de verificação e fontes de evidências para auditoria interna do SGQS/VMP

Escopo	Verificações	Fontes de evidências
Medições e instrumentos	A temperatura e a umidade da câmara fria de recepção de matérias-primas são medidas pela manhã e pela tarde diariamente?	Registro de temperatura da câmara fria de matérias-primas
	A temperatura da câmara fria de produtos final é medida pela manhã e pela tarde diariamente?	Registro de temperatura da câmara fria
	As calibrações dos termômetros estão no prazo de validade de 6 meses?	Certificado de calibração
	As calibrações das balanças estão no prazo de validade de 6 meses?	Certificado de calibração
	As calibrações dos termômetros estão no prazo de validade de 6 meses?	Certificado de calibração
	O alarme sonoro que indica o momento de desinfecção dos vegetais funciona no intervalo de tempo programado?	Verificação do ajuste e teste
	O sinal luminoso que indica o momento de desinfecção dos cestos das centrífugas funciona a cada duas horas?	Verificação do ajuste e teste
	O alarme sonoro que indica o momento de desinfecção das mãos dos colaboradores do setor de embalagem funciona a cada 30 minutos?	Verificação do ajuste e teste

Fonte: Elaborado pelos autores

A freqüência das auditorias internas depende da empresa e do quão madura esteja a execução das atividades pelos colaboradores. Estima-se a freqüência semanal como adequada no início da implantação do sistema, pois é o momento onde vão surgir as dúvidas entre os colaboradores e os ajustes necessários. À medida que as atividades estejam sendo desenvolvidas adequadamente, ou seja, o funcionamento do sistema esteja estável, passa-se a realizar auditorias internas mensalmente.

As não-conformidades resultantes da auditoria são compiladas em um documento chamado de "Relatório de Auditoria Interna". Este relatório tem por objetivo formalizar o resultado da auditoria e de orientar a tomada de ações corretivas pela empresa processadora. A orientação está voltada para a

definição da priorização de tomada de ação corretiva para cada não-conformidade verificada. Para a priorização, classificam-se as não-conformidades em três níveis de severidade para a qualidade e segurança dos alimentos: alto, médio e baixo. Não-conformidades de alto grau de severidade têm prioridade na tomada de ação corretiva, seguidas das de médio grau de severidade e, então, das de baixo grau de severidade. As não-conformidades de alto grau de severidade são aquelas em que há grande potencial de gerar problemas com a segurança do produto. Como exemplo, pode-se citar a falta de sanitização periódica dos cestos de centrifugação de vegetais já sanitizados. Neste caso, não há qualquer processo posterior que elimine um perigo que tenha contaminado o produto por meio do contato com a superfície do cesto potencialmente contaminada. Por outro lado, não-conformidades de baixo grau de severidade são aquelas em que é improvável a ocorrência de problemas com a segurança do produto. Como exemplo, pode-se citar a inconsistência no cálculo de rendimento do processo verificada. Apesar de ser um problema de qualidade (eficiência do processo), esta não-conformidade não gera conseqüências para a segurança do produto.

Independentemente do grau de severidade das não-conformidades, todas elas têm que ser corrigidas. O grau de severidade é apenas um parâmetro de negociação dos prazos para atendimento da ação corretiva. Não-conformidades de alto grau de severidade têm que ser corrigidas de modo imediato.

7.7 Melhoria Contínua

Este item trata da melhoria contínua, em princípio de produtos, processo e sistema de gestão, por meio da adoção da sistemática de resolução de problemas, que são os passos importantes para melhorias e tomada de ações corretivas, a partir de não-conformidades identificadas.

Tomemos como um exemplo de não-conformidade, "a falta de frescor de saladas recebidas por um determinado cliente" e apontada na "Ficha de Avaliação de Produtos Entregues" (Figura 7.6) em apenas alguns produtos.

Os passos para a solução da não-conformidade são:

1) Busca das causas mais prováveis dos problemas. O Quadro 7.3 elenca as causas prováveis para esta não-conformidade apresentada. Tomemos estas como as causas principais: matéria-prima colhida fora do ponto de colheita; temperatura de estocagem inadequada; temperatura de transporte inadequada; uso de sistema de embalagem inadequado (filme com

permeabilidade não adequada, selagem com defeito, atmosfera modificada ativa não adequada ao produto); falta de circulação do ar frio na câmara de estocagem ou no baú refrigerado do caminhão;

2) Identificar os registros que evidenciam as atividades e associados às causas prováveis. O quadro 7.8 mostra estes registros.

3) Identificar, por meio das evidências (registros), alguma informação que possa levar à conclusão sobre a causa do problema. Suponhamos que no exemplo verificou-se que, pela análise dos registros, as temperaturas deste produto e do caminhão avaliadas pelo cliente, e a temperatura registrada pelo sistema do caminhão de transporte, indicaram valores superiores ao limite estabelecido.

Quadro 7.8 - Relação das evidências e causas de um exemplo de não-conformidade para a cadeia de VMP

Não-conformidade	Principais causas	Evidências relacionadas
Falta de frescor e problemas de oxidação	Matéria-prima colhida fora do ponto de colheita	Caderno de campo Ficha de avaliação de matéria-prima recebida
	Temperatura de estocagem inadequada	Registro de temperatura da câmara fria da matéria-prima Registro de temperatura da câmara fria do produto final Certificado de calibração de termômetros
	Temperatura de transporte inadequada	Registro de temperatura de transporte do produto Ficha de Avaliação de Produtos Entregues
	Falta de circulação do ar frio na câmara de estocagem ou no baú refrigerado	Ficha de cumprimento de atividade Ficha de Avaliação de Produtos Entregues
	Sistema de embalagem inadequado/rompido	Ficha de Especificação Técnica (embalagem) Registro de produção Registro de defeitos em embalagens Ficha de Avaliação de Produtos Entregues.

Fonte: Elaborado pelos autores

4) Confirmar a causa do problema. Por meio das evidências, concluir sobre a causa fundamental (básica ou raiz) do problema. No exemplo, a conclusão é que a temperatura do veículo estava acima daquela necessária para manter os produtos na qualidade esperada pelo cliente.

5) Elaborar o "Plano de Ação Corretiva" para a(s) não-conformidade(s). Um exemplo de um formulário com o "Plano de Ação Corretiva", detalhando o seu preenchimento pelo exemplo acima, é mostrado no Quadro 7.9. Neste formulário, lista-se a não-conformidade, a ação corretiva, e a definição de quando, quem, onde, por que será feito e como será feita a ação.

Quadro 7.9 - Exemplo de formulário de "Plano de ação corretiva"

Plano de Ação Corretiva de Não-conformidade	Data:___/____/______
Não-conformidade (NC):	Falta de frescor e problemas de oxidação no produto X
Causa provável:	Temperatura de transporte inadequada por subdimensionamento do compressor de refrigeração do veículo placa xxx-nnnn
Ação (ões) corretiva(s) (AC):	Suspender as entregas no veículo, redistribuir o transporte de produtos nos demais veículos até a solução e substituir o compressor por um de maior capacidade, de acordo com orçamento pré-aprovado.
Prazo de conclusão:	dia/mês/ano
Responsável pela AC:	Fulano de tal
Onde será tomada:	Junto ao veículo e seu proprietário
Justificativa:	A temperatura inadequada causa problemas de qualidade e segurança nos produtos.
Como será tomada:	A empresa financiará o equipamento para o proprietário do veículo
Verificação da ação corretiva tomada	Data:___/____/______
NC resolvida?	(X) Sim ( ) Não. Retornar ao passo de identificação das causas
Atualização de documentos	( ) Sim (X) Não
Qual (is) documento(s)?	não se aplica
Qual revisão?	não se aplica

Fonte: Elaborado pelos autores.

7.8 Considerações Finais

O SGQS/VMP apresentado contém elementos básicos de sistemas de gestão internacionalmente reconhecidos como eficazes e está focado nas etapas do processamento mínimo de vegetais, compreendendo claramente a base do ciclo PDCA. A implantação deste sistema em empresas de processamento mínimo de vegetais leva aos seguintes benefícios:

- Comunicação organizada e objetiva entre parceiros comerciais da cadeia de produção;
- Otimização de recursos, internamente e ao longo da cadeia produtiva;
- Padronização dos procedimentos e organização documentação;
- Melhor planejamento e menos inspeção pós-processo;
- Controle mais eficiente de ameaças e riscos à segurança dos alimentos;
- Gerenciamento sistemático dos programas de pré-requisitos;
- Geração de informações para tomada de decisões;
- Sistematização das verificações;
- Controle focado nos processos realmente necessários, diminuindo a quantidade de documentos;
- Potencial de melhoria contínua por meio de auditorias simples e eficazes.

O sistema sistematiza e documenta a estrutura dos fluxos de material e informações que permitem formar um conjunto de evidências que levam ao reconhecimento de que a empresa processadora processa produtos com qualidade e que as não-conformidades são tratadas sempre com a devida atenção. Este reconhecimento leva à construção de uma reputação do processador e de sua marca junto aos clientes e ao mercado.

Entretanto, existem problemas nestas cadeias que levam à necessidade de uma maior atenção às não-conformidades que ocorrem, fazendo que algumas ações corretivas sejam dificilmente tomadas. Este é o caso do sistema de embalagens para vegetais minimamente processados, que ainda é um problema existente no mercado nacional. As empresas produtoras de embalagens rígidas (bandejas) e flexíveis (filmes ou sacos) não têm em seus portfólios embalagens que atendam às características de permeabilidade de gases e vapores d'água, específicos para cada tipo de vegetal, restando como alternativas poucas opções de embalagens. Conforme visto nos capítulos anteriores, o sistema de embalagem é um fator

decisivo para a manutenção da qualidade do vegetal durante a sua vida útil. Com as possibilidades e alternativas existentes no mercado, as orientações técnicas para acondicionamento dos VMP se baseiam na utilização de uma embalagem que tem suas características técnicas mais próximas daquelas necessárias especificamente para o vegetal a ser embalado. Sem dúvida, o resultado final não é o mais satisfatório.

Outro problema diz respeito à construção de equipamentos para lavagem, sanitização e centrifugação dos vegetais. Os equipamentos disponíveis não atendem especificamente às necessidades do mercado nacional. Geralmente, a construção destes equipamentos se baseia em projetos norte-americanos e europeus, onde a qualidade da matéria-prima e as necessidades de mercado são bastante diferentes daquelas no Brasil. No Brasil, as matérias-primas são produzidas em campos abertos, embora exista uma crescente tendência para cultivos protegidos (estufas). Assim, estas matérias-primas são muito mais suscetíveis a contaminações por pragas, ao aumento de depósito de areia e terra por chuvas e ventos, tornando-se necessário um maior tempo de retenção dos vegetais durante o processo de lavagem e com dispositivos (chicanas e filtros estáticos) mais eficientes para a retirada e retenção de um número maior de material inorgânico e pragas de lavouras. Ainda sobre a questão de construção destes equipamentos, a "tropicalização" dos projetos desconsidera aspectos importantes como o acabamento sanitário destes equipamentos e a facilidade de desmonte para as operações de sanitização.

Embora estas questões não invalidem o funcionamento do SGQS/VMP, já que ele é dinâmico para a introdução de novos procedimentos que venham a facilitar o seu funcionamento, elas podem se tornar uma barreira para as operações de produção, monitoramento e melhoria e podem levar a problemas de qualidade de aparência e até mesmo de segurança dos VMP. Porém, se tornam oportunidades para os fabricantes de embalagens e equipamentos para o desenvolvimento de novos produtos que se adéqüem ao mercado nacional. Deste modo, o desenvolvimento de novos produtos deve ser baseado em projetos que introduzam a participação, e comunicação das empresas processadoras, produtores rurais, clientes, consumidores e especialistas aos fabricantes de equipamentos e embalagens. Esta integração tem por objetivo a definição, em conjunto com os usuários dos equipamentos e dispositivos, das necessidades da cadeia, das limitações tecnológicas existentes e da viabilidade financeira de tais projetos.

Referências

Capítulo 1 - PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

CENCI, S.A.; GOMES, C.A.O ALVARENGA, A.L.B. FREIRE JUNIOR, M.; Boas Práticas de Fabricação de processamento mínimo de vegetais na agricultura familiar In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006.

CRUZ, A.G.; CENCI, S.A.; MAIA, M.C.A. Quality assurance requirements in produce processing. **Trends in Food Science and Technology**, no.17, p. 406-411, 2006

GOMES, C.A.O.; ALVARENGA, A.L.B.; JUNIOR, M.F.; CENCI, S.A. **Hortaliças Minimamente Processadas.** Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 34 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

GORNY, J.R. A Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* (ISHS), Leuven, v.2, n.600, p.609-14, 2003. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/600/600_92.htm>

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops.** 5th ed. Berkeley: University of California, 1992.

NASCIMENTO, Edson F.; MOLICA, Eliane M.; MORAES, Julio S. **Vegetais minimamente processados (mercado e produção).** Brasília: 2000, EMATER/DF. 53 p.

PAZINATO, Beatriz Cantusio. **Vegetais minimamente processados**. www.cati.sp.gob.br/ddr/veg.min.proces.htm. Acesso em 20/03/2003.

VAROQUAUX, P; GOUBLE, B; DUCAMP, M N; SELF, G. Procedure to optimize modified atmosphere packaging for fruit. Fruits, v.57, p.313-322, 2002.

WILEY, Robert C. Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. Editorial Acribia S.A. 1997. 361 p.

Capítulo 2 - ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

CENCI, S.A.; GOMES, C.A.O ALVARENGA, A.L.B. FREIRE JUNIOR, M.; Boas Práticas de Fabricação de processamento mínimo de vegetais na agricultura familiar In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006.

CRUZ, A.G.; CENCI, S.A.; MAIA, M.C.A. Quality assurance requirements in produce processing. **Trends in Food Science and Technology**, no.17, p. 406-411, 2006.

GOMES, C.A.O.; ALVARENGA, A.L.B.; JUNIOR, M.F.; CENCI, S.A. **Hortaliças Minimamente Processadas.** Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 34 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

KENDRA, K.V. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. **Food Science and Technology**, no.43, p. 381-392, 2010.

Capítulo 3 - QUALIDADE E SEGURANÇA DOS VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

ALVARENGA, A.L.B. ALVARENGA, M.B.; GOMES, C.A.O.; NASCIMENTO NETO, F. Princípios das Boas Práticas de Fabricação – Requisitos para a Implementação de Agroindústria de Agricultores Familiares In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006;

ARVANITOYANNIS, I.; KASSAVETI, A. **HACCP and ISO 22000 – A comparasion of the two systems**. In: ARVANITOYANNIS, I (org.). HACCP and ISO 22000: application to foods of animal origin. Wiley-Blackwell Ed. New York, 2009. 560 p.

CENCI, S.A.; GOMES, C.A.O ALVARENGA, A.L.B. FREIRE JUNIOR, M.; Boas Práticas de Fabricação de processamento mínimo de vegetais na agricultura familiar In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006;

CHITARA, M. I. F. ; CHITARRA, A. B. . **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora de Universidade Federal de Lavras, 2005. v. 1500. 785 p.;

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, *CAC/RCP 1-1969, Rev. 4(2003), Amd. 2003* – **Recommended International Code of Practice – General Principles of Food Hygiene**, JOINT FAO/WHO Food Standards Programme, Rome, Italy, 2003;

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Development of a framework for Good Agricultural Practices**. FAO Committee on Agriculture paper COAG/2003/6. Roma, 2003b;

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables.** Washington D.C., EUA, 1998, 38 p.;

MOLNÁR, P. J. A model for overall description of food quality. **Food Quality and Preference,** Volume 6, Issue 3, 1995, Pages 186-190;

MONTVILLE, T.J.; MATTHEWS, K.R. **Food microbiology: an introduction**. ASM Press, Washington, D.C., 2005;

MORETTI, C.L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD;

MORTIMORE, S. How to make HACCP really work in practice. **Food Control**, 12 2001, pp. 209-215;

SREBERNICH, S.M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciênc. Tecnol. Alimentos**. v.27, n.4, p. 744-750, out.-dez. 2007;

TOLEDO, J.C. Gestão da qualidade na agroindústria. In: BATALHA, M.O. (org.). **Gestão Agroindustrial**, 2a ed. São Paulo, 2001, v.1, p. 465-517;

XU, L. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. **Food Technology**, v.53, n.10, p. 58-63, 1999.

Capítulo 4 – EMBALAGEM

DAY, B. P. F. Fruits and vegetables. In: PARRY, R. T. (Ed.). **Principles and application of modified atmosphere packaging of food.** London: Blackie Academic & Professional, 1993. Chapter 6, p. 114- 133.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; ALVES, R. M. V.; OLIVEIRA, L. M.; GOMES, T. C. **Embalagens com atmosfera modificada**. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 114 p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M., CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 213 p.

Capítulo 5 - EQUIPAMENTOS DE ACONDICIONAMENTO

CAKEBREAD, D. European market developments and opportunities for MAP. In: MAPACK'93, 1993, Greenville. **Proceedings...** Herndon: Institute of Packaging, 1993. 30 p.

CAMPDEN FOOD & DRINK RESEARCH ASSOCIATION. **Guidelines for the good manufacturing and handling of modified atmosphere packed food products.** Chipping Campden: Campden / FDRA, 1992. 79 p.

DAMSKE, L. A. Modified atmosphere packaging of dairy products - machinery and materiais. In: PACK ALlMENTAIRE'90, 1990, San Francisco. **Proceedings...** San Francisco: Innovative Expositions Inc., 1990, p. E-3.

HERNANDEZ, R.; SELKE, S. E. M.; CULTER, J. D. **Plastics packaging:** properties, processing, applications and regulations. Munich: Hanser, 2000. 425 p.

DAY, B. P. F. **Guidelines for the good manufacturing and handling of modified atmosphere packed food products.** Chipping Campden: Campden FDRA, 1992. 79 p. (Technical Manual, n.34).

DELTA 2000 58. Middlesex: ILAPAK, [s.d.]. 5 p. (catalogue).

GUISE, W. Gas exchange techniques in packaging. **Packaging**, London, v. 58, n. 671, p.14418, 1987.

GUISE, W. MAP for extendend shelf-life. **Packaging**, London, v. 64, n. 701, p. 3-9, Dez. 1993/ Jan. 1994.

HASTINGS, M. J. Packaging machinery. In: PARRY, R. T. **Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods.** Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1993. Chapter 8, p. 170-188.

JUBB, C. **Designing modified atmosphere packaging machines for safe use with oxygen rich gas mixtures**. London: BOC Ltd., 1988. 9 p.

OORAIKUL, B. Technological considerations in modified atmosphere packaging. In: OORAIKUL, B; STILES, M. E. **Modified atmosphere packaging of foods**. New York: Ellis Horwood, 1991. Chapter 3, p. 26-48.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging:** principles and practice. New York: Marcel Dekker, 1993. 676 p.

TIROMAT powerpak. **Peak performance permanently!** Germany: TETRA LA VAL, [s.d.].

WELCOME to the world MULTIVAC packaging machines. Hünenberg: MULTIVAC, 1992. 23 p. (catalogue).

Capítulo 6 - GARANTIA DE QUALIDADE-EMBALAGENS

ALLI, I. Quality control of MAP products. In: PARRY, R. T. **Principles and applications of MAP of food.** London: Blackie Academic & Professional, 1993. 303 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426**: planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 1985. 71 p.

ASTM INTERNATIONAL. **D 3078-02 (2008)**: standard test method for determination of leaks in flexible packaging by bubble emission. Philadelphia, 2002. 3 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999. Aprova regulamentos técnicos sobre disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos para contato com alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 20 de maio, 1999. Sec. 1.

CAMPDEN FOOD & DRINK RESEARCH ASSOCIATION. **Guidelines for the good manufacturing and handling of modified atmosphere packed food products.** Chipping Campden: Campden / FDRA, 1992. 79 p.

DACOLINA, P. Higienização das embalagens e plástico. Como o que seria um custo a mais se transforma em economia. In: LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2009. p. 247–256.

GARCIA, E. E.; BARRET, D. M. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: LAMINKARA, O. **Fresh-cut fruits and vegetables**.CRC Press, 2002. Chapter 9. p. 267–303.

HOHMANN, H. J.; MÜNDERLEIN, W. Einflub der Siegelbackenoberfläche auf die Festigkeit und Dichtigkeit von Heibsigelnahten. **Verpackungs-Rundschau**, Heusenstamm, v. 36. p. 81-90, 1985.

OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. (Ed.). **Embalagens plásticas rígidas**: principais polímeros e avaliação da qualidade. Campinas: ITAL, 2008. 372 p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. **Embalagens plásticas flexíveis:** principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas: ITAL, 2002. 266 p.

Capítulo 7 - SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE E SEGURANÇA DE VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

ALVARENGA, A.L.B. ALVARENGA, M.B.; GOMES, C.A.O.; NASCIMENTO NETO, F. Princípios das Boas Práticas de Fabricação – Requisitos para a Implementação de Agroindústria de Agricultores Familiares In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006;

BERTOLINO, M.T. **Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia**. Ênfase na segurança dos alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2010. 320p.

CARPINETTI, L.C.R.; MIGUEL, P.A.C.; GEROLAMO, M.C. **Gestão da qualidade** ISO 9001:2000. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 110p.

JONKER, J.; KARAPETROVIC, S. (2004), Systems thinking for the integration of management systems. **Business Process Management Journal**, Vol. 10 No. 6, pp. 608-15;

MELLO, C.H.P.; SILVA, C.E.S; TURRIONI, J.B.; SOUZA, L.G.M. **ISO 9001:2008.** Sistema de Gestão da Qualidade para operações de produção e serviços. São Paulo: Editora Atlas 2009. 239p.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, Organização e Métodos**. São Paulo: Atlas, 2001.

PALADINI, E.P. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 246p.

PALADINI, E.P. **Gestão Estratégica da Qualidade**. São Paulo: Editora Atlas, 2008. 202p.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM – Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SPERS, E.E. **Mecanismos da regulação da qualidade e segurança em alimentos**. 136 p. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia e Administração. Universidade de São Paulo, 2003;

TOLEDO, J.C. Gestão da qualidade na agroindústria. In: BATALHA, M.O. (org.). **Gestão Agroindustrial**, 2a ed. São Paulo, 2001, v.1, p. 465-517;

TOLEDO, J.C. Introdução ao CEP – Controle Estatístico de Processo. Apostila. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade (GEPEQ). UFSCar: São Carlos, 2000;

TOLEDO, J.C. Melhoria da qualidade e MASP. Apostila. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade (GEPEQ). UFSCar: São Carlos, 2010.

Índice de Tabelas e Quadros

Índice de Figuras